

Βελτιώνοντας την Ασφάλεια του Συστήματος Διαχείρισης Εναέριας Κυκλοφορίας: Η Ανάγκη για μια Ανθρωποκεντρική Αλλαγή Υποδείγματος.

Δρ. Στάθης Μαλάκης

Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας, Κρατικός Αερολιμένας Ρόδου/Διαγόρας,
Ρόδος, Ελλάδα, Τηλ.: +30 22410 88804

emalakis@otenet.gr

Δρ. Θωμάς Κοντογιάννης

Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης,
Χάνια, Ελλάδα, Τηλ.: +30 2821037320

konto@dpem.tuc.gr

Το σύστημα Διαχείρισης Εναέριας Κυκλοφορίας Ελέγχου (ΔΕΚ) αποτελεί τον πυρήνα του συστήματος των αερομεταφορών παγκοσμίως. Τις τελευταίες δεκαετίες, μαζί με τους πυρηνικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και τις πετροχημικές εγκαταστάσεις, το σύστημα ΔΕΚ συγκαταλέγεται μεταξύ των κορυφαίων παραδειγμάτων Οργανισμών Υψηλής Αξιοπιστίας. Το σύστημα ΔΕΚ είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο, δυναμικό και αυτοματοποιημένο ανθρωποκεντρικό σύστημα με στόχο τη διασφάλιση της ασφάλειας, της κανονικότητας και της επιτάχυνσης της εναέριας κυκλοφορίας και με αποδεδειγμένα υψηλά επίπεδα ασφάλειας. Η παροχή Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας είναι μια απαιτητική νοητική δραστηριότητα, η οποία αποτελεί αντικείμενο εκτεταμένων ερευνών με στόχο την περαιτέρω βελτίωση των ήδη υψηλών επιπέδων ασφάλειας του συστήματος των αερομεταφορών. Οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων πραγματοποιούνται σε στενά χρονικά πλαίσια, σε συνθήκες αβεβαιότητας και άγχους, παρουσιάζουν μεγάλο φόρτο νοητικής εργασίας και έχουν σοβαρές συνέπειες για την ασφάλεια εκατοντάδων ατόμων. Σε αυτό το πλαίσιο, ο άνθρωπος παραμένει το βασικό στοιχείο του συστήματος και ο σχεδιασμός του επιχειρησιακού του περιβάλλοντος - όπως αυτό προσδιορίζεται από τους χώρους εργασίας, τα συστήματα επικοινωνιών, αεροναυτιλίας και επιτήρησης, τα συστήματα διαχείρισης της ασφάλειας, τα εκπαιδευτικά προγράμματα καθώς και τις επιχειρησιακές διαδικασίες - οφείλει να στοχεύει στην μεγιστοποίηση των δυνατοτήτων του και τον περιορισμό των αδυναμιών του. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια ένας διαρκώς αυξανόμενος αριθμός κρίσιμων περιστατικών σε συνδυασμό με τη μη περαιτέρω ουσιαστική βελτίωση των δεικτών ασφάλειας του συστήματος καταδεικνύει μια κατάσταση μη επιθυμητής 'ύφεσης' σε θέματα ασφάλειας. Με αιχμή τις νέες ερευνητικές προσεγγίσεις σε θέματα διαχείρισης ασφάλειας, μηχανικής νοητικών συστημάτων διαδικασιών εκπαίδευσης και διασύνδεσης ανθρώπου και εργασιακού περιβάλλοντος σε υψηλής πολυπλοκότητας, δυναμικά και αυτοματοποιημένα ανθρωποκεντρικά συστήματα μια αλλαγή του υφιστάμενου υποδείγματος αποτελεί ίσως τη μόνη επιλογή για την αποτελεσματική των επιδόσεων ασφάλειας του συστήματος ΔΕΚ.

Εισαγωγή

Το σύστημα Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας (ΕΕΚ) αποτελεί τον πυρήνα του συστήματος Διαχείρισης Εναέριας Κυκλοφορίας (ΔΕΚ) των αερομεταφορών παγκοσμίως. Πρόκειται για ένα εξαιρετικά πολύπλοκο, δυναμικό και αυτοματοποιημένο ανθρωποκεντρικό σύστημα με αποδεδειγμένα υψηλή αξιοπιστία και επίπεδα ασφάλειας παρά την αυξημένη επικινδυνότητα του. Τις τελευταίες δεκαετίες, μαζί με τους πυρηνικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και τις πετροχημικές εγκαταστάσεις, το σύστημα ΔΕΚ συγκαταλέγεται μεταξύ των κορυφαίων παραδειγμάτων Οργανισμών Υψηλής Αξιοπιστίας (ΟΥΑ). Με βάση τη μαθηματική βεβαιότητα ότι κάθε τεχνολογικής φύσεως οργανισμός που δραστηριοποιείται σε ένα ανοικτό περιβάλλον θα προκαλέσει κάποια στιγμή ένα τουλάχιστον ένα ατύχημα, οι ΟΥΑ μπορούν να ορισθούν ως εκείνη η κατηγορία τεχνολογικών οργανισμών που παρουσιάζουν λιγότερα από τα πιθανοθεωρητικά αναμενόμενα ατυχήματα. Πρόκειται για μεγάλης κλίμακας πολύπλοκους τεχνολογικούς οργανισμούς

που εμφανίζουν αξιολήγυτα επίπεδα ασφάλειας για μεγάλες χρονικές περιόδους (Perrow, 1984). Σκοπός του συστήματος ΔΕΚ είναι η παροχή ενός αυστηρά προκαθορισμένου και διεθνώς νομοθετημένου συνόλου εξυπηρετήσεων με σκοπό την διασφάλιση της ασφάλειας, της κανονικότητας και της επιτάχυνσης της εναέριας κυκλοφορίας. Η παροχή Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας είναι μια απαιτητική νοητική δραστηριότητα, η οποία αποτελεί αντικείμενο εκτεταμένων ερευνών με στόχο την περαιτέρω βελτίωση των ήδη υψηλών επιπέδων ασφάλειας του συστήματος των αερομεταφορών. Οι Ελεγκτές Εναέριας Κυκλοφορίας είναι επωμισμένοι με τη λήψη κρίσιμων αποφάσεων σε ένα περιβάλλον τα κύρια χαρακτηριστικά του οποίου είναι τα ακόλουθα:

- Ο υψηλός βαθμός αυτοματοποίησης των συστημάτων και των υποστηρικτικών διαδικασιών.
- Η εκτεταμένη χρήση συστημάτων πληροφορικής που δεν περιορίζεται μονό στην απεικόνιση και διασύνδεση δεδομένων αλλά επεκτείνεται και στην υποβοήθηση λήψης κρίσιμων αποφάσεων.
- Η αβεβαιότητα που οφείλεται σε ανεπαρκείς, αντιφατικές και μη έγκαιρα διαθέσιμες πληροφορίες που είναι κρίσιμες για την διαχείριση και την πρόβλεψη της εξέλιξης του συστήματος.
- Ο εξαιρετικά περιορισμένος χρόνος λήψης αποφάσεων.
- Οι πολλαπλές εστίες απόσπασης / περίσπασης της προσοχής από κρίσιμες εργασίες.
- Η διαχείριση πολύπλοκων και δυναμικά εξελισσόμενων συστημάτων.
- Οι αυξημένες απαιτήσεις πρόβλεψης μελλοντικών καταστάσεων σύνθετων φαινομένων και συστημάτων.
- Οι αντιφατικές, ανεπαρκείς και αναξιόπιστες επιχειρησιακές διαδικασίες.
- Η ανάγκη διαρκούς λειτουργίας ακόμα και με υποβαθμισμένη λειτουργία κρίσιμων συστημάτων Επικοινωνιών, Ναυτιλίας, Επιτήρησης, Communication Navigation Surveillance (CNS).

Με βάση τα παραπάνω καταδεικνύεται ότι η διαδικασία λήψης αποφάσεων στο σύστημα Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας είναι μια σύνθετη νοητική διαδικασία και πολλοί εγγενείς παράγοντες είναι δυνατόν να την επηρεάσουν αρνητικά. Σε αυτό το πλαίσιο, ο άνθρωπος παραμένει το βασικό στοιχείο του συστήματος και ο σχεδιασμός του επιχειρησιακού του περιβάλλοντος - όπως αυτό προσδιορίζεται από τους χώρους εργασίας, τα συστήματα CNS, τα εκπαιδευτικά προγράμματα και τις επιχειρησιακές διαδικασίες - οφείλει να στοχεύει στην μεγιστοποίηση των δυνατοτήτων του και τον περιορισμό / εξάλειψη των αδυναμιών του.

Οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων σε ατομικό και ομαδικό επίπεδο πραγματοποιούνται σε ιδιαίτερα στενά χρονικά πλαίσια, σε συνθήκες αβεβαιότητας και άγχους, παρουσιάζουν μεγάλο

φόρτο νοητικής εργασίας και έχουν σοβαρές συνέπειες για την ασφάλεια δεκάδων ή και εκατοντάδων ατόμων. Οι Ελεγκτές Εναέριας Κυκλοφορίας καλούνται σχετικά συχνά, πέρα από τον καθημερινό φόρτο της κανονικής κυκλοφορίας, να διαχειριστούν περιπτώσεις κρίσιμων περιστατικών, αεροπορικών συμβάντων και ατυχημάτων. Τα περιστατικά αυτά ποικίλουν από καταστάσεις όπου παραβιάζεται το ελάχιστο διαχωρισμού μεταξύ των αεροσκαφών μέχρι καταστάσεις όπου μεγάλης κλίμακας αβεβαιότητα κυριαρχεί και απαιτείται η ουσιαστική εμπλοκή και άλλων υπηρεσιών (π.χ., η περίπτωση του ατυχήματος της HELIOS 522 που κατέπεσε τον Αύγουστο του 2005 στο Γραμματικό). Οι Ελεγκτές Εναέριας Κυκλοφορίας, κατά την ενάσκηση των καθηκόντων τους, είναι επιφορτισμένοι με τη διαχείριση καταστάσεων μη προειδοποιημένης μερικής ή /και πλήρους απώλειας των δεδομένων Radar καθώς και των επικοινωνιών εδάφους - αέρος με τα αεροσκάφη. Η διαχείριση τέτοιων καταστάσεων αποτελεί κεντρικό τμήμα της εκπαίδευσης τους και αντικείμενο εκτεταμένων επιστημονικών ερευνών σε παγκόσμιο επίπεδο. Το πρόβλημα εντοπίζεται στα κρίσιμα δευτερόλεπτα της μετάπτωσης από την εξυπηρέτησης Radar σε διαδικασιακό έλεγχο όπου καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχή διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας είναι η πληρότητα των πληροφοριών της «νοητικής εικόνας» της κυκλοφορίας η οποία αποτελεί το θεμελιώδες συστατικό της επίγνωσης της τακτικής κατάστασης. Η νοητική εικόνα της κυκλοφορίας δεν εξαντλείται στην ορθή απεικόνιση των θέσεων των αεροσκαφών στο χώρο, αλλά περιλαμβάνει και τις δυναμικές σχέσεις που έχουν μεταξύ τους (π.χ. ποια ζεύγη αεροσκαφών συνιστούν ενδεχόμενες εμπλοκές και σε ποιο χρονικό διάστημα). Με άλλα λόγια, κατά το κρίσιμο χρονικό διάστημα της μετάπτωσης, από εξυπηρέτησης Radar σε διαδικασιακό έλεγχο, δεν αρκεί μονό η κατά το δυνατόν πιστότερη νοητική απεικόνιση των θέσεων των αεροσκαφών μέσα στην Τερματική περιοχή αλλά και οι δυναμικές που έχουν αναπτυχθεί από τη διαχείριση των ροών κυκλοφορίας και των εμπλοκών τους. Ο αριθμός των αεροσκαφών, καθώς και η φάση της πτήσης που βρίσκονται, αποτελεί έναν από τους καθοριστικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τη νοητική εικόνα του Ελεγκτή Εναέριας Κυκλοφορίας κατά την πτώση του συστήματος Radar. Για το λόγο αυτό οι Ελεγκτές αναπτύσσουν νοητικές στρατηγικές (cognitive strategies) που στοχεύουν αφενός στη μείωση του νοητικού φόρτου αλλά και την ασφαλή διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας σε ενδεχόμενες συνθήκες υποβαθμισμένης λειτουργίας των υποστηρικτικών συστημάτων.

Κύριο χαρακτηριστικό αλλά και ταυτόχρονα επιτακτική ανάγκη των καταστάσεων αυτών αποτελεί η λήψη μιας αλυσίδας ιδιαίτερα κρίσιμων αποφάσεων σε ατομικό και ομαδικό επίπεδο, πάντα σε περιορισμένα χρονικά πλαίσια και υψηλά επίπεδα αβεβαιότητας. Οι αποφάσεις αυτές δεν βασίζονται μόνο στις τεχνικές γνώσεις και δεξιότητες των Ελεγκτών αλλά κυρίως στην εφαρμογή νοητικών στρατηγικών που σχετίζονται με ικανότητες διαχείρισης εργασιών και ομαδικών λειτουργιών. Οι νοητικές στρατηγικές θεωρούνται ως το κυρίαρχο αποτέλεσμα της πολυετούς επιχειρησιακής εμπειρίας των Ελεγκτών στο σύστημα Έλεγχου Εναέριας Κυκλοφορίας και της απόκτησης εμπειρογνωμοσύνης στη λειτουργία του. Έχει παρατηρηθεί ότι η πορεία των εξελισσόμενων συμβάντων επηρεάζεται από την ποιότητα και την ταχύτητα λήψης των αποφάσεων των Ελεγκτών και ιδιαίτερα των νοητικών στρατηγικών που εφαρμόζονται.

Ερευνητικό Υπόβαθρο

Τα τελευταία χρόνια ένας διαρκώς αυξανόμενος αριθμός κρίσιμων περιστατικών στο χώρο του συστήματος Εναέριας Κυκλοφορίας καταδεικνύει ότι για την αποτελεσματική διαχείριση τους απαιτούνται και μη-τεχνικές γνώσεις και δεξιότητες (Kirwan et al, 2005). Τα κρίσιμα περιστατικά συμβαίνουν κατά κανόνα αναπάντεχα και απροειδοποίητα και οι Ελεγκτές Εναέριας Κυκλοφορίας οφείλουν μέσα στα πλαίσια των αρμοδιοτήτων τους να συμβάλουν άμεσα και αποτελεσματικά στη διαχείριση τους, λαμβάνοντας πολλές κρίσιμες αποφάσεις κάτω από την επίδραση υψηλού άγχους και με ελάχιστα περιθώρια λάθους. Στα περιστατικά αυτά το μεγαλύτερο βάρος της διαχείρισης τους ανήκει εκ των πραγμάτων στα πληρώματα των αεροσκαφών. Ωστόσο έχει παρατηρηθεί ότι σε όλες τις περιπτώσεις, οι Ελεγκτές μπορούν να έχουν καθοριστικό ρόλο στην ομαλή ή μη εξέλιξη ενός περιστατικού, συμβάλλοντας κυρίως στην αποκατάσταση (recovery) και αποτροπή (prevention) μιας τροχιάς προς ένα ατύχημα ή συμβάν (accident / incident trajectory). Οι νοητικές στρατηγικές, αν και μπορούν να παρατηρηθούν και να καταγραφούν, εντούτοις δεν έχουν διερευνηθεί συστηματικά στην πραγματική τους έκταση ούτε και τους έχει αποδοθεί σημαντικό τμήμα της έρευνας διεθνώς. Συνήθως κάποιες από τις νοητικές στρατηγικές υπονοούνται κατά τις επίσημες διερευνήσεις συμβάντων ή αναφέρονται απλά ως βέλτιστες πρακτικές (best practices) σε εγχειρίδια εκπαίδευσης.

Η περίφημη αναλογία 70 / 30 που αναφέρεται στο ποσοστό αεροπορικών ατυχημάτων που οφείλονται σε ανθρώπινο λάθος και σε εκείνα που οφείλονται σε άλλους παράγοντες (π.χ. μηχανικές αστοχίες και καιρικά φαινόμενα) εξακολουθεί να «στοιχειώνει» των κλάδο των αερομεταφορών παγκοσμίως. Το «ανθρώπινο λάθος» που εντοπίζεται κατά τη διάρκεια της διερεύνησης ενός ατυχήματος αποτελεί ίσως την πιο βολική δικαιολογία διατήρησης ενός συστήματος και «επιδερμικών» αλλαγών του. Βασίζεται στην κοινά αποδεκτή πεποίθηση ότι το ανθρώπινο στοιχείο είναι διαχρονικά αναξιόπιστο και ότι μπορούμε εύκολα να δώσουμε λύσεις που εντοπίζονται στο να κάνουμε τους εργαζόμενους να είναι πιο προσεκτικοί την επόμενη φορά ώστε να αποφύγουν την διάπραξη ενός λάθους. Το κύριο βάρος της έρευνας εντοπίζεται στο τομέα του ανθρωπίνου λάθους και μόλις αυτό ανιχνευτεί και κατηγοριοποιηθεί η έρευνα σταματάει και αρχίζει η διαδικασία ποινικοποίησης και απόδοσης ευθυνών.

Ωστόσο χρησιμοποιώντας νέα ερευνητικά υποδείγματα και πραγματοποιώντας ουσιαστικές διερευνήσεις ατυχημάτων που δεν σταματούν απλά στην ανίχνευση ενός «βολικού λάθους» στην αλυσίδα των γεγονότων που προηγείται, μια δεύτερη ιστορία αναδύεται για το πώς ακριβώς οδηγηθήκαμε στο ατύχημα. Η ουσιαστική ανάλυση των ατυχημάτων που είναι απαλλαγμένη από το άγχος της ανακάλυψης και ταξινόμησης του ανθρωπίνου λάθους καταδεικνύει ότι:

- Το ευρύτερο εργασιακό πλαίσιο και οι δυνατότητες που αυτό προσφέρει, επαυξάνει, περιορίζει ή και αποστερεί στον εργαζόμενο παίζει έναν ουσιαστικό ρόλο στη διαμόρφωση των ανθρωπίνων επιδόσεων.

- Η τεχνολογία διαμορφώνει την ανθρώπινη συμπεριφορά δημιουργώντας νέες μορφές αλλά και αιτίες σφαλμάτων αλλάζοντας ριζικά τις απαιτήσεις στις νοητικές διαστάσεις της εκτέλεσης των εργασιών .
- Οι αποφάσεις που συμβάλλουν στο ατύχημα δεν περιορίζονται μόνο επαγγελματικά και χρονικά αλλά ομάδες ανθρώπων που είναι εξαιρετικά απομακρυσμένες από την εννοιολογική, χωρική και χρονική εγγύτητα του ατυχήματος μπορεί να έχουν καθοριστικό ρόλο.
- Η ίδια η δομή λειτουργίας του οργανισμού δημιουργεί ανυπέβλητα διλληματικά σενάρια και διαμορφώνει ένα πλαίσιο μη υγιούς ανταγωνισμού μεταξύ των στόχων που τίθενται σε κάθε επίπεδο.
- Η απόδοση λάθους – ευθύνης στους υποτιθέμενους «υπευθύνους» μετά το ατύχημα είναι περισσότερο μια διαδικασία που προσομοιάζει σε βεβαιωμένη κοινωνική κρίση (social attribution) υπό το βάρος της δημοσιότητας και όχι σε αντικειμενική διαδικασία.

Όσο ο άνθρωπος τεχνοδομείται ολοένα και περισσότερο μέσα από μεγάλης κλίμακας οικονομοτεχνικές δραστηριότητες τόσο αυξάνεται και η συνολική νοητική αλληλεπίδραση και πολυπλοκότητα των εργασιών ως απόρροια των δραστηριοτήτων του σε μεγέθη που σε πολλές περιπτώσεις δεν επιτρέπουν αντιστρεπτές διαδικασίες και επιφέρουν μόνιμες στρεβλώσεις. Κύριο χαρακτηριστικό της τεχνοδόμησης είναι η εισαγωγή αυτοματοποιημένων συστημάτων στους εργασιακούς χώρους και η ως εκ τούτου μετατόπιση του κυριάρχου παραδείγματος των μηχανών ως συμπλήρωμα της φυσικής δύναμης του ανθρώπου στις μηχανές ως συμπληρώματα – προεκτάσεις των νοητικών δεξιοτήτων του με αποτέλεσμα τη γέννηση ενός νέου ερευνητικού παραδείγματος για την επιστημονική μελέτη της μετατόπισης αυτής. Η μηχανική νοητικών συστημάτων αναπτύχθηκε ακριβώς για να διερευνήσει την ολότητα του συμπλέγματος ανθρώπου και εργασιακού περιβάλλοντος σε υψηλής πολυπλοκότητας, δυναμικά και αυτοματοποιημένα ανθρωποκεντρικά συστήματα τα οποία παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα ασφάλειας παρά την αυξημένη επικινδυνότητα τους. Οι πυρηνικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι πετροχημικές εγκαταστάσεις, το σύστημα ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας συγκαταλέγονται μεταξύ αυτών των τεχνοοικονομικών συστημάτων. Χρησιμοποιώντας κεντρικές έννοιες της διάφορων επιστημών, όπως η αυτορύθμιση, η βιωσιμότητα, οι εγγενείς ελεγκτικοί μηχανισμοί και η δυναμική αλληλεξάρτηση, εξετάζονται σε ένα πρώτο επίπεδο η διαχείριση πολύπλοκων και δυναμικά εξελισσόμενων αλληλεπιδράσεων μεταξύ ανθρώπου και υποστηρικτικών συστημάτων και σε ένα δεύτερο επίπεδο οι ενδεδειγμένοι τρόποι αποκατάστασης των διαταραγμένων ισορροπιών τους. Ακολουθώντας της αρχές της μηχανικής νοητικών συστημάτων οι υπογράφωντες πραγματοποίησαν μια ερεύνα στο χώρο της Εναέριας Κυκλοφορίας με απώτερο σκοπό την βελτίωση των επίπεδων ασφάλειας τους συστήματος ΔΕΚ που παρουσιάζουν μια ορατή ύφεση τα τελευταία χρόνια.

Η χρησιμοποίηση νοητικών στρατηγικών έγινε αντικείμενο έρευνας από τη δεκαετία του 1970, όπου μελετήθηκαν κυρίως στρατηγικές μείωσης του νοητικού φορτίου των Ελεγκτών (Sperandio 1971) σε συνθήκες μεγάλης κυκλοφορίας. Οι προσπάθειες αυτές συνεχίστηκαν και τις επόμενες δεκαετίες πάντοτε σε μικρή κλίμακα αφού το κέντρο βάρους της ερευνητικής προσπάθειας είχε μετατοπιστεί στο ανθρώπινο λάθος, ακολουθώντας πλήρως τις τάσεις που καταγράφονταν διεθνώς. Τα τελευταία χρόνια πολλές ερευνητικές προσπάθειες παγκοσμίως επικεντρώνονται σε μεθόδους καταγραφής και ταξινόμησης των λαθών που διαπράττουν οι Ελεγκτές, με σκοπό την μελλοντική αποτροπή τους. Οι νοητικές στρατηγικές δεν αποτελούν σημαντικό τμήμα της ερευνας. Επιπρόσθετα, δεν έχει επιχειρηθεί ποτέ να συνδεθούν με ένα εύχρηστο και αξιόπιστο σύστημα μέτρησης. Ως εκ τούτου, υποβαθμίζεται συστηματικά η σημασία τους στην διαχείριση των κρίσιμων περιστατικών. Η επιτυχής διαχείριση κρίσιμων περιστατικών θεωρείται ότι αποτελεί φυσικό επακόλουθο της μακροσκελούς εκπαίδευσης των Ελεγκτών σε τεχνικές γνώσεις και δεξιότητες. Οι Ελεγκτές εκπαιδεύονται στη διαχείριση κρίσιμων καταστάσεων. Στην πράξη όμως επικεντρώνονται, στη απόκτηση και διατήρηση τεχνικών γνώσεων και δεξιοτήτων.

Το κενό που παρατηρείται στην εκπαίδευση των Ελεγκτών και σχετίζεται με την ασφάλεια του συστήματος ΔΕΚ, και της ιδιαίτερης σημασίας των νοητικών στρατηγικών στην αποτελεσματική διαχείριση κρίσιμων περιστατικών αποτέλεσε το αντικείμενο ερευνητικής μελέτης (Malakis et al, 2010a ; 2010b). Η ερευνητική αυτή μελέτη αποσκοπούσε στην εμπειριστατωμένη και επιστημονικά αποδεκτή σχεδίαση και ανάπτυξη μια πρότυπης μετρικής για την αξιολόγηση των επιδόσεων και αποφάσεων ομάδων Ελεγκτών κατά τη διαχείριση καταστάσεων ανάγκης. Η μετρική αξιολόγησης αναμένεται να αποτελέσει το μέσο ενός δια-δραστικού διαλόγου μεταξύ εκπαιδευτικών και επιχειρησιακών μονάδων, με στόχο τη γεφύρωση των παρατηρούμενων διαφορών μεταξύ εκπαιδευτικών και επιχειρησιακών δραστηριοτήτων και απαιτήσεων. Η χρησιμότητα μιας μετρικής στον χώρο του συστήματος ΔΕΚ έγκειται κυρίως στην βελτίωση του πλαισίου εκπαίδευσης των Ελεγκτών, με σκοπό την αποτελεσματικότερη διαχείριση κρίσιμων περιστατικών αλλά και της κανονικής κυκλοφορίας. Τα συστήματα εκπαίδευσης θα μπορούσαν να συμπεριλάβουν τις νοητικές στρατηγικές σε ένα ενοποιημένο πλαίσιο εκπαίδευσης όπου γνώσεις, επιδεξιότητες και ικανότητες λήψης αποφάσεων θα διδάσκονται και θα αναπτύσσονται παράλληλα.

Επισημαίνεται ότι η απλή ανάπτυξη ταξινομημένων λαθών και των αντίστοιχων πηγών τους στο σύστημα ΔΕΚ, αποκομμένη από εκείνες τις νοητικές στρατηγικές που κατά περίπτωση αποτυγχάνουν, δεν είναι δυνατόν να οδηγήσει σε ουσιαστική μείωση των λαθών, και κατά συνέπεια στην περαιτέρω βελτίωση των επιπέδων ασφάλειας των αερομεταφορών. Το σύστημα ΔΕΚ αντιμετωπίζεται σύμφωνα με τις σύγχρονες ερευνητικές τάσεις και οι ερευνητικές μέθοδοι αντλούνται από το πεδίο της Μηχανικής Νοητικών Συστημάτων (Woods & Hollnagel, 2006), όπου οι Ελεγκτές και τα συστήματα που χρησιμοποιούν θεωρούνται ως μονάδα ερευνητικής μελέτης. Το κύριο ερευνητικό ενδιαφέρον εστιάζεται στην καταγραφή των νοητικών στρατηγικών αντιμετώπισης

και διαχείρισης καταστάσεων ανάγκης που χρησιμοποιούνται από έμπειρους Ελεγκτές και σχετίζονται με τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

Αποτελέσματα

Κατόπιν κριτικής και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα έρευνας πεδίου, αναπτύχθηκε ένα πρότυπο μοντέλο λήψης αποφάσεων σε ατομικό επίπεδο το οποίο βασίστηκε στις σπουδαιότερες νοητικές στρατηγικές των μοντέλων λήψης αποφάσεων του ερευνητικό παραδείγματος της Νατουραλιστικής Λήψης Αποφάσεων (Klein, 1998) το οποίο και ενδείκνυται για χρήση στο χώρο των ΟΥΑ (Πίνακας 1). Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία σε επίπεδο ομάδας Ελεγκτών και κατόπιν κριτικής επισκόπησης της σχετικής ερευνητικής βιβλιογραφίας σε συνδυασμό με δεδομένα από την έρευνα πεδίου αναπτύχθηκε ένα πρότυπο μοντέλου, για να αποτελέσει την βάση της μετρικής σε επίπεδο ομάδων πλαισιωμένου κατάλληλα από έγκυρους και καθολικά αποδεκτούς δείκτες αξιολόγησης επιδόσεων (Πίνακας 2).

Ατομικές Στρατηγικές	Στοιχεία Νοητικής Επίδοσης (Taskwork)
Αναγνώριση (Recognition)	<ul style="list-style-type: none">▪ Παρατήρηση ενδείξεων▪ Νοητική προσομοίωση
Προληπτικότητα (Anticipation)	<ul style="list-style-type: none">▪ Αναγνώριση απειλών▪ Εκμετάλλευση περιόδων χαμηλού φόρτου
Διαχείριση Αβεβαιότητας (Uncertainty Management)	<ul style="list-style-type: none">▪ Ανασκόπηση και κριτική καταστάσεων▪ Ανασκόπηση και κριτική στόχων
Σχεδιασμός (Planning)	<ul style="list-style-type: none">▪ Τυπικός (κανονικός) σχεδιασμός▪ Ενδεχομενικός σχεδιασμός
Διαχείριση Φόρτου Εργασίας (Workload Management)	<ul style="list-style-type: none">▪ Ιεράρχηση και αλλαγές προτεραιοτήτων▪ Διαχείριση διακοπών και περισπάσεων

Πίνακας 1 : Ατομικές Νοητικές Στρατηγικές Ελεγκτών Εναέριας Κυκλοφορίας

Ο συνδυασμός του ατομικού και του ομαδικού μοντέλου λήψης αποφάσεων που τεκμηριώθηκε στατιστικά (Construct Validity) από τα δεδομένα της έρευνας πεδίου απέδειξε κατ' ουσία ότι κατά τη διαχείριση κρίσιμων περιστατικών που είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε ατυχήματα οι Ελεγκτές εφαρμόζουν ακολουθίες δυναμικών μη τεχνικών νοητικών στρατηγικών που στηρίζονται σε ανώτερες νοητικές διαδικασίες, μετά-γνώση και νοητικά μοντέλα. Αποτέλεσμα της εφαρμογής αυτών ακριβώς των νοητικών στρατηγικών είναι η ανθεκτικότητα (Resilience) του συστήματος ΕΕΚ στις καταστροφικές αστοχίες. Ενώ αντίθετα η αποτυχημένη ή μη εφαρμογή τους οδηγεί στην αποσταθεροποίηση και αυξάνει την ευθραυστότητα του συστήματος ΔΕΚ. Η μετρική που αναπτύχθηκε με βάση τις ατομικές και ομαδικές στρατηγικές αποτέλεσε τη βάση για ένα

επικαιροποιημένο πρόγραμμα εκπαίδευσης των Ελεγκτών στη διαχείριση λαθών και τη λήψη αποφάσεων κατά τη διάρκεια κρίσιμων περιστατικών (Kontogiannis & Malakis, 2009).

Ομαδικές Στρατηγικές	Στοιχεία Ομαδικών Στρατηγικών (Teamwork)
Προσανατολισμός / Συντονισμός (Orientation/ Coordination)	<ul style="list-style-type: none">Κοινή κατανόηση της κατάστασηςΕπικοινωνία προθέσεωνΣυντονισμός σε επίπεδο ομάδαςΤακτικές ενημερώσεις για την εξέλιξη της κατάστασης
Ανταλλαγή πληροφοριών (Information Exchange)	<ul style="list-style-type: none">Προληπτική διανομή πληροφοριώνΑπρόσκοπτης ροή πληροφοριών
Διαχείριση Λαθών (Error Management)	<ul style="list-style-type: none">Ανίχνευση λαθώνΠαροχή ανάδρασης για διόρθωση λαθών
Ανακατανομή Εργασιών (Workload Distribution Management)	<ul style="list-style-type: none">Ανίχνευση προβλημάτων κατανομής φόρτουΕξισορρόπηση φόρτου εργασίας

Πίνακας 2 : Ομαδικές Νοητικές Στρατηγικές Ελεγκτών Εναέριας Κυκλοφορίας

Οι μεγάλες ομοιότητες που παρουσιάζουν στις βασικές αρχές λειτουργίας τους οι ΟΥΑ (π.χ. αυτοματοποιημένα κέντρα έλεγχου, χειρίστες με υψηλή εξειδίκευση, η διαχείριση δυναμικά εξελισσόμενων καταστάσεων, ο περιορισμένος χρόνος λήψης αποφάσεων, κ.α.) καθιστούν ευκολότερη τη μεταφορά (Transferability) ερευνητικών αποτελεσμάτων μεταξύ των ΟΥΑ με τις κατάλληλες τροποποιήσεις που αφορούν κυρίως στις εγγενείς λεπτομέρειες του επιχειρησιακού τους περιβάλλοντος. Γίνεται επομένως φανερό ότι προσεγγίζοντας τη βάση του προβλήματος των ΟΥΑ που εδράζεται στην πολυπλοκότητα και τη σύζευξη συστημάτων και διαδικασιών χρησιμοποιώντας μια ανθρωποκεντρική προσέγγιση στηριγμένη στα νέα ερευνητικά υποδείγματα είναι εφικτή η μείωση των ατυχημάτων μέσω της καλύτερης διαχείρισης των κρίσιμων καταστάσεων.

Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα της ερευνητικής προσπάθειας που αποτελούν ταυτόχρονα και τη συμβολή στην προαγωγή της επιστήμης συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Αναπτύχθηκε και τεκμηριώθηκε στατιστικά (Construct Validity) ένα μοντέλο λήψης αποφάσεων ελεγκτών στη διαχείριση κρίσιμων περιστατικών. Το μοντέλο ακολουθεί το παράδειγμα της Νατουραλιστικής Λήψης Αποφάσεων και βασίζεται σε νοητικές στρατηγικές που σχετίζονται με την διαχείριση έργων και ομαδικών λειτουργιών.
- Το σύνολο των κρίσιμων περιστατικών αναλύθηκε με βάση την εργονομική ανάλυση εργασίας με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί, για πρώτη φορά, μια επαρκής ανάλυση της διαχείρισης κρίσιμων περιστατικών στο σύστημα ΔΕΚ. Στο επίπεδο της ατομικής εργασίας, καταγράφηκαν πολλές στρατηγικές που αφορούσαν την διαχείριση αβεβαιότητας και

φόρτου εργασίας, την αναγνώριση καταστάσεων, την προληπτικότητα και τον ενδεχομενικό σχεδιασμό.

- Το μοντέλο αυτό ενσωματώθηκε επαρκώς σε μια πρότυπη μετρική αξιολόγησης λήψης αποφάσεων σε επίπεδο ομάδας. Η μετρική αυτή επιτρέπει την παρακολούθηση και καταγραφή στρατηγικών ομάδας όπως: συντονισμός και ανταλλαγή πληροφοριών, προσανατολισμός στόχων και ενεργειών, διαχείριση λαθών και ανακατανομή εργασιών για τον έλεγχο των περιστατικών.

Τα ευρύτερα συμπεράσματα της έρευνας συνίστανται σε δυο επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο προσδιορίζεται από το γεγονός ότι η υφιστάμενη εκπαίδευση των Ελεγκτών Εναέριας Κυκλοφορίας στη διαχείριση κρίσιμων καταστάσεων παρουσιάζει σημαντικά κενά που προέρχονται από εσωτερικές πηγές του συστήματος παρά το γεγονός ότι η υφιστάμενη εκπαίδευση των Ελεγκτών επικεντρώνεται στη διαχείριση κρίσιμων περιστατικών που προέρχονται από εξωτερικές πηγές του συστήματος ΔΕΚ (π.χ. βλάβες σε συστήματα των αεροσκαφών). Σε ένα δεύτερο επίπεδο καταδεικνύεται ότι απαιτείται επαναπροσδιορισμός της εκπαίδευσης των Ελεγκτών σε ένα ενοποιημένο πλαίσιο διαχείρισης εσωτερικών και εξωτερικών πηγών προβλημάτων που οδηγούν σε κρίσιμα περιστατικά. Η ενσωμάτωση των διδαγμάτων από τη συγκεκριμένη έρευνα αλλά και από άλλες παρόμοιες που ακολουθούν τα ίδια ερευνητικά υποδείγματα αναμένεται να βελτιώσουν την ασφάλεια του συστήματος αλλά και την εγγενή ανθεκτικότητα του σε τωρινές και μελλοντικές μορφές διαταραχών που τείνουν να το αποσταθεροποιήσουν.

Βιβλιογραφία

- Kirwan, B., Rodgers, M., & Schafer, D. (Eds.). (2005). *Human Factors Impacts in Air Traffic Management*. Ashgate Publishing. Aldershot UK.
- Klein, G.A. (1998). *Sources of Power: How people make decisions*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Malakis, S., Kontogiannis, T. & Kirwan, B. (2010a). "Managing emergencies and abnormal situations in air traffic control (Part I): Taskwork strategies". doi:10.1016/j.apergo.2009.12.019. Published on line, Applied Ergonomics.
- Malakis, S., Kontogiannis, T. & Kirwan, B. (2010b). "Managing emergencies and abnormal situations in air traffic control (Part II): Teamwork strategies". doi:10.1016/j.apergo.2009.12.018. Published on line, Applied Ergonomics.
- Perrow, C. (1984). *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*. Princeton University Press, Princeton New Jersey.
- Sperandio, J.C. (1971). Variation of Operator's Strategies and Regulating Effects on Workload. *Ergonomics*, 14(5), 571-577.
- T. Kontogiannis & S. Malakis (2009). A proactive approach to human error detection and identification in the aviation and air traffic control. *Safety Science*. 47(5), 693-706.
- Woods, D., & Hollnagel E. (2006). *Joint Cognitive Systems: Patterns in Cognitive Systems Engineering*. CRC Press. Taylor & Francis Group. Boca Raton FL.