



Ανάπτυξη Συστήματος Διαχείρισης  
Διαταραχών στον  
Προγραμματισμό Πτήσεων σε  
Αεροπορική Εταιρία

Τομέας: Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Κηρυττόπουλος, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα 2023

*Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή μου Κωνσταντίνο Κηρυττόπουλο και τους Ευστράτιο Βίτσιο και Παναγιώτη Δημόπουλο από την Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines) για τη συνεχή στήριξη και καθοδήγηση.*

Υπεύθυνη δήλωση για λογοκλοπή και για κλοπή πνευματικής ιδιοκτησίας:

Έχω διαβάσει και κατανοήσει τους κανόνες για τη λογοκλοπή και τον τρόπο σωστής αναφοράς των πηγών που περιέχονται στον οδηγό συγγραφής Διπλωματικών Εργασιών. Δηλώνω ότι, από όσα γνωρίζω, το περιεχόμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι προϊόν δικής μου εργασίας και υπάρχουν αναφορές σε όλες τις πηγές που χρησιμοποίησα.

Χρήστος Γκάγκας

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτή τη Διπλωματική εργασία είναι του συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

**Περιεχόμενα**

Σύνοψη .....	6
Abstract.....	7
1. Εισαγωγή.....	8
1.1 Γενικά .....	8
1.2 Πλαίσιο.....	8
1.3 Σκοπός, ερωτήματα και στόχοι.....	9
1.3.1 Σκοπός.....	9
1.3.2 Ερευνητικά ερωτήματα.....	10
1.3.3 Στόχοι .....	10
1.4 Οριοθέτηση.....	10
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	11
2.1 Γενικά .....	11
2.2 Διαχείριση διαταραχών στο Κέντρο Ελέγχου Αεροπορικών Επιχειρήσεων.....	11
2.2.1 Επισκόπηση διαχείρισης διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) .....	11
2.2.2 Ιστορική εξέλιξη της διαχείρισης των διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).....	13
2.2.3 Τρέχουσες τάσεις και βέλτιστες πρακτικές στη διαχείριση των διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).....	14
2.2.4 Μελέτες περίπτωσης και πραγματικές εφαρμογές της διαχείρισης διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) .....	16
2.3 Επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).....	17
2.3.1 Ορισμός και σημασία της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).....	17
2.3.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) .....	19
2.3.3 Ενίσχυση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).....	21
2.3.4 Επιπτώσεις της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στη λήψη αποφάσεων του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).....	22
2.4 Πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων.....	24
2.4.1 Εισαγωγή στην πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων.....	24
2.4.2 Η μέθοδος TOPSIS .....	25
2.4.3 Η μέθοδος ELECTRE III.....	26
2.4.4 Εφαρμογή και προκλήσεις των πολυκριτήριων μεθόδων λήψης αποφάσεων σε δυναμικούς χώρους λήψης αποφάσεων.....	27
2.4.5 Τεχνολογική ενσωμάτωση των πολυκριτήριων μεθόδων λήψης αποφάσεων σε δυναμικούς χώρους λήψης αποφάσεων.....	28
2.5 Σύνθεση βιβλιογραφικής ανασκόπησης.....	29
2.5.1 Βασικά ευρήματα.....	29

2.5.2	Βιβλιογραφικό κενό .....	30
3.	Μεθοδολογία .....	31
3.1	Γενικά .....	31
3.2	Ερευνητική φιλοσοφία - παράδειγμα .....	31
3.2.1	Επαγωγική προσέγγιση .....	31
3.2.2	Συνδυασμός ποσοτικών & ποιοτικών μεθόδων .....	32
3.2.3	Έρευνα δράσης.....	32
3.3	Μέθοδοι έρευνας.....	32
3.3.1	Γενικά .....	32
3.3.2	Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	33
3.3.3	Μελέτη περίπτωσης.....	33
3.4	Ηθικά ζητήματα.....	34
3.4.1	Γενικά .....	34
3.4.2	Εμπιστευτικότητα και ανωνυμία .....	35
3.4.3	Συναίνεση μετά από ενημέρωση.....	35
3.4.4	Σεβασμός της πνευματικής ιδιοκτησίας.....	35
4.	Σύστημα Πολυκριτήριας Ανάλυσης Πτήσεων.....	37
4.1	Μελέτη περίπτωσης – Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines).....	37
4.2	Ανάπτυξη συστήματος .....	38
4.2.1	Γενικά .....	38
4.2.2	Επιλογή μεθόδου πολυκριτήριας ανάλυσης .....	38
4.2.3	Συλλογή δεδομένων.....	40
4.2.4	Επιλογή κριτηρίων .....	42
4.2.5	Ανάθεση βαρών κριτηρίων .....	45
4.2.6	Εφαρμογή μεθόδου - Αποτελέσματα .....	54
5.	Συμπεράσματα.....	58
5.1	Γενικά .....	58
5.2	Επίτευξη των στόχων .....	58
5.3	Πρακτικές επιπτώσεις.....	59
5.4	Προτάσεις για Παρεμβάσεις.....	60
5.5	Περιορισμοί.....	60
5.6	Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα .....	61
5.7	Επίλογος.....	62
	Κατάλογος Αναφορών .....	63
	Κατάλογος Σχημάτων .....	66
	Κατάλογος Πινάκων.....	67
	Κατάλογος Εικόνων .....	68
	Παράρτημα Ι .....	69

## Σύνοψη

Ο σύγχρονος κλάδος των αερομεταφορών χαρακτηρίζεται από την πολυπλοκότητα των διαδικασιών του. Συνεχείς εξωγενείς και ενδογενείς διαταραχές καθιστούν απαιτητική την τήρηση του χρονοδιαγράμματος. Η παρούσα έρευνα μελετά την εφαρμογή πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων για τη δημιουργία υποστηρικτικού συστήματος αποφάσεων για τη βελτίωση της διαχείρισης των διαταραχών σε αεροπορική εταιρεία.

Η παρούσα έρευνα βασίζεται στις γνώσεις που προσφέρει η βιβλιογραφία γύρω από την διαχείριση διαταραχών στις αεροπορικές εταιρείες, την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) και την πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων, όμως εφαρμόζει και μελετά τις πρακτικές προεκτάσεις του προβλήματος με εφαρμογή μελέτης περίπτωσης στην Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines). Για την αποτελεσματική εφαρμογή υποστηρικτικού συστήματος αποφάσεων, η συνέργεια μεταξύ αυτών των δύο μεθόδων αποδείχθηκε καταλυτική.

Στον πυρήνα της, οι επιπτώσεις αυτής της έρευνας είναι σημαντικές και άμεσα αξιοποιήσιμες από τον κλάδο των αερομεταφορών. Οι γνώσεις που προκύπτουν από την παρούσα μελέτη προσφέρουν περισσότερα από απλές στρατηγικές για την αποφυγή οικονομικών αποτυχιών. Πρόκειται για μια αλλαγή επιχειρησιακού μοντέλου. Η έρευνα αυτή υπερασπίζεται τη μετάβαση από ένα κατεχοχόν υποκειμενικό, καθοδηγούμενο από την εμπειρία επιχειρησιακό μοντέλο σε ένα πιο αντικειμενικό, συνεπές και αξιοκρατικό. Εδώ, οι πιθανές εναλλακτικές λύσεις στη διαχείριση των διαταραχών αξιολογούνται αξιοκρατικά, εξασφαλίζοντας μια πιο αντικειμενική προσέγγιση ανεξάρτητα από την ατομική εμπειρία του συντονιστή.

Ωστόσο, είναι επιτακτική ανάγκη να αναγνωριστούν οι εγγενείς περιορισμοί της παρούσας μελέτης. Η έρευνα παραμετροποιήθηκε πρωτίστως έχοντας κατά νου τις επιχειρησιακές ανάγκες της Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines). Αυτή η ιδιαιτερότητα υπογραμμίζει την ανάγκη για εξατομικευμένες προσαρμογές των παραμέτρων όταν λαμβάνονται υπόψη διαφορετικές εταιρείες, η καθεμία με τις μοναδικές επιχειρησιακές ιδιαιτερότητες, τα μεγέθη του στόλου και τη γεωγραφική της εμβέλεια.

Η παρούσα έρευνα, εστιάζει σε μια συγκεκριμένη αρχική φάση της αποτελεσματικής διαχείρισης διαταραχών, αυτή της αξιολόγησης της κρισιμότητας των πτήσεων με σκοπό την αποτελεσματική διερεύνηση και εφαρμογή εναλλακτικών σεναρίων περιορισμού της επίδρασης των διαταραχών. Αυτή η μοναδική προσέγγιση όχι μόνο διαφοροποιεί την παρούσα έρευνα από την υπάρχουσα βιβλιογραφία, αλλά και ανοίγει το δρόμο για μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις.

Εν κατακλείδι, η περιήγηση στο περίπλοκο τοπίο των αεροπορικών διαταραχών, η παρούσα έρευνα ξεχωρίζει, αναδεικνύοντας σημαντικά ευρήματα που οδηγούν σε νέα μονοπάτια για περαιτέρω διερεύνηση. Μέσα από συνεχή εξέλιξη και έρευνα, το μέλλον των αερομεταφορών υπόσχεται αυξημένη αποτελεσματικότητα και βελτιωμένη εμπειρία των επιβατών, καθιστώντας το οραματικό μέλλον όχι απλώς μια πιθανότητα, αλλά μια απτή πραγματικότητα.

## Abstract

The modern aviation industry is characterized by the complexity of its operations. Schedule adherence is made difficult by constant exogenous and endogenous disruptions. This thesis investigates the application of multi-criteria decision analysis to the creation of a decision support system for the improvement of disruption management in an airline.

This research is based on the knowledge provided by the literature on airline disruption management, situation awareness and multi-criteria decision analysis. However, it applies and investigates the practical implications of the problem by using a case study at Aegean Airlines. The synergy between these two methods proved catalytic in effectively implementing a supportive decision support system.

At its core, the implications of this research are significant and can be used directly by the aviation industry. The findings of this study provide more than simple strategies to avoid financial losses. It is about changing the operational paradigm. This research advocates moving from a predominantly subjective, experience-based model to a more objective, consistent and performance-based one. Here, potential alternatives to disruption management are evaluated in a meritocratic manner, ensuring a more objective approach regardless of the individual experience of the coordinator.

It is important, however, to be aware of the inherent limitations of this study. The research was primarily parameterized with the operational needs of the Aegean Air Force in mind. This specificity highlights the need for tailored parameter adjustments when considering different companies, each with their unique operational characteristics, fleet sizes and geographical reach.

This research focuses on a specific initial phase of effective disruption management, that of assessing flight criticality in order to effectively explore and implement alternative scenarios to limit the impact of disruptions. This unique approach not only differentiates this thesis from the existing literature, but also paves the way for future research directions.

In conclusion, this research stands out in the complex landscape of aviation disruptions. It highlights important findings that lead to new avenues for further investigation. Through continued development and research, the future of aviation promises increased efficiency and improved passenger experience, making a visionary future not just a possibility, but a tangible reality.

## 1. Εισαγωγή

### 1.1 Γενικά

Ο κλάδος των αερομεταφορών αποτελεί αναντικατάστατο πυλώνα της παγκόσμιας οικονομίας και κοινωνίας, παρέχοντας ταχείες και αποτελεσματικές μεταφορές ανθρώπων και αγαθών σε όλες τις ηπείρους. Είναι ένας τομέας που υπερβαίνει τα γεωγραφικά σύνορα, συνδέοντας πολιτισμούς, προωθώντας το εμπόριο και εμπλουτίζοντας ζωές. Η Διεθνής Ένωση Αερομεταφορών (International Air Transport Association, IATA) ανέφερε πως ο κλάδος υποστήριξε 87,7 εκατομμύρια θέσεις εργασίας και συνέβαλε κατά 3,5 τρισεκατομμύρια δολάρια στο παγκόσμιο ΑΕΠ το 2019 (International Air Transport Association, 2020). Αυτό υπογραμμίζει τον τεράστιο οικονομικό αντίκτυπο της αεροπορικής βιομηχανίας. Το 2019, η αεροπορική βιομηχανία εκτέλεσε 38,9 εκατομμύρια πτήσεις. Οι πτήσεις αυτές μετέφεραν 4,5 δισεκατομμύρια επιβάτες και 61,2 εκατομμύρια τόνους φορτίου, αριθμοί που αναδεικνύουν τον κρίσιμο ρόλο του κλάδου στην παγκόσμια κινητικότητα και το εμπόριο (International Air Transport Association, 2020).

Στο αχανές τοπίο των αεροπορικών επιχειρήσεων, οι διαταραχές είναι αναπόφευκτες. Ορίζονται ως γεγονότα ή περιστάσεις που διακόπτουν την κανονική ροή των λειτουργιών, οι διαταραχές μπορεί να οδηγήσουν σε καθυστερήσεις, ακυρώσεις ή άλλες επιχειρησιακές προκλήσεις. Για να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα και η αξιοπιστία του τομέα των αερομεταφορών, αυτές οι διαταραχές πρέπει να κατανοηθούν και να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά. Κεντρικό ρόλο στην προσπάθεια αυτή διαδραματίζουν συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, τα οποία έχουν σχεδιαστεί για τη διαχείριση των διαταραχών. Μέσω τέτοιων συστημάτων, παρέχονται στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων κρίσιμες πληροφορίες, οι οποίες επιτρέπουν την έγκαιρη και πιο αποτελεσματική αντιμετώπιση των διαταραχών (Bruce 2012).

### 1.2 Πλαίσιο

Η πολυπλοκότητα που διακατέχει τις επιχειρησιακές ανάγκες των αεροπορικών εταιρειών αλλά και ο περιορισμένος χρόνος που υπάρχει στη διάθεση του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) για τη λήψη αποφάσεων, καθιστούν κρίσιμη τη δημιουργία υποστηρικτικού συστήματος αξιολόγησης της κρισιμότητας των πτήσεων ως προς το συνολικό ημερήσιο σχεδιασμό.

Η χρησιμότητα ενός υποστηρικτικού συστήματος κατάταξης των πτήσεων γίνεται αντιληπτή στις παρακάτω διαδικασίες:

1. Πιο αμερόληπτη και αντικειμενική αξιολόγηση σεναρίων για την ελαχιστοποίηση της επίδρασης πιθανών διαταραχών από το κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).



2. Καλύτερη ανάθεση αεροσκάφους (tail assignment) με ενσωμάτωση εφεδρικών σεναρίων για τις πιο κρίσιμες πτήσεις.
3. Καλύτερη επικοινωνία της κρισιμότητας της κατάστασης με όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη (συμβεβλημένες εταιρείες) με σκοπό την καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση σε έκτακτες καταστάσεις ή περιόδους αιχμής.
4. Μεγαλύτερη αξιοκρατία και τυποποίηση στην αξιολόγηση των αποφάσεων του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).

Το απρόβλεπτο των διαταραχών στον τομέα των αερομεταφορών δημιουργεί σημαντικές προκλήσεις. Η παρουσία απροσδόκητων διαταραχών περιπλέκει την τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων πτήσεων. Η διαχείριση αυτών των διαταραχών απαιτεί την αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων μέσω πολυκριτήριας ανάλυσης, είτε τα κριτήρια αυτά είναι ανεξάρτητα είτε όχι. Ο απρόβλεπτος χαρακτήρας αυτών των διαταραχών και η δυσκολία σύγκρισης εναλλακτικών λύσεων καθιστούν την πλήρη αυτοματοποίηση της διαδικασίας εξαιρετικά δύσκολη. Κατά συνέπεια, η δημιουργία εναλλακτικών σεναρίων, η σύγκρισή τους και η τελική λήψη αποφάσεων πραγματοποιούνται από το κέντρο ελέγχου λειτουργίας χωρίς την υποστήριξη ενός συστήματος για οποιοδήποτε από αυτά τα στάδια.

Το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι αεροπορικές εταιρείες είναι η απουσία συστήματος υποστήριξης για τη διαχείριση των διαταραχών στον προγραμματισμό των πτήσεων. Η έλλειψη αυτή απαιτεί από τους έμπειρους συντονιστές στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) να διαθέτουν ισχυρή επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) και την ικανότητα να τροποποιούν αποτελεσματικά το πρόγραμμα. Ως αποτέλεσμα, η εκπαίδευση νέων συντονιστών γίνεται πιο χρονοβόρα και απαιτητική. Επιπλέον, η αξιολόγηση των εφαρμοζόμενων λύσεων γίνεται πιο απαιτητική και περίπλοκη. Η ανάγκη για ένα αποτελεσματικό σύστημα υποστήριξης αποφάσεων δεν αφορά μόνο την αποδοτικότητα, αλλά και τη διασφάλιση ότι οι αποφάσεις λαμβάνονται με τις πληρέστερες και ακριβέστερες διαθέσιμες πληροφορίες, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ έμπειρων και νέων συντονιστών και εξορθολογίζοντας τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

## 1.3 Σκοπός, ερωτήματα και στόχοι

---

### 1.3.1 Σκοπός

Στο δυναμικό κόσμο των αερομεταφορών, οι διαταραχές μπορεί να έχουν αλυσιδωτές επιπτώσεις στα δρομολόγια των πτήσεων και στις συνολικές λειτουργίες. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί καινοτόμες λύσεις προσαρμοσμένες στις μοναδικές απαιτήσεις του κλάδου. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος υποστήριξης αποφάσεων, για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων από διαταραχές, στον προγραμματισμό των πτήσεων σε αεροπορική εταιρεία.

### 1.3.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Πριν από τη χάραξη αποτελεσματικών στρατηγικών, είναι επιτακτική ανάγκη κατανόησης των παραγόντων και των προκλήσεων. Θέτοντας σχετικά ερευνητικά ερωτήματα, η έρευνα επικεντρώνεται στην ανάδειξη των παραγόντων που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διαχείριση διαταραχών πτήσεων και την εύρεση κατάλληλου συστήματος διαχείρισης διαταραχών κατά τον προγραμματισμό των πτήσεων. Συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας έρευνας είναι τα παρακάτω:

- Ποιοι είναι οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διαχείριση διαταραχών πτήσεων;
- Ποιο είναι ένα κατάλληλο σύστημα διαχείρισης διαταραχών κατά τον προγραμματισμό των πτήσεων;

### 1.3.3 Στόχοι

Με σαφή κατανόηση του προβλήματος, το επόμενο βήμα είναι η αναγνώριση συγκεκριμένων στόχων που θα καθοδηγήσουν την έρευνα. Αυτοί οι στόχοι χρησιμεύουν ως ορόσημα, διασφαλίζοντας ότι η έρευνα παραμένει εστιασμένη και εφαρμόσιμη. Συγκεκριμένα, οι στόχοι της παρούσας έρευνας είναι οι παρακάτω:

1. Προσδιορισμός των κριτηρίων σύγκρισης της κρισιμότητας των πτήσεων.
2. Επιλογή μεθόδου πολυκριτήριας ανάλυσης με βάση τα κριτήρια και τους περιορισμούς του προβλήματος.
3. Ανάπτυξη, ενοποιημένου με τις υπάρχουσες διαδικασίες, συστήματος διαχείρισης διαταραχών του προγραμματισμού των πτήσεων.

## 1.4 Οριοθέτηση

---

Στην παρούσα έρευνα δεν εξετάζεται η πλήρης αυτοματοποίηση της διαχείρισης των διαταραχών αλλά η υποστήριξη λήψης αποφάσεων από τα μέλη του ενοποιημένου κέντρου επιχειρήσεων αεροπορικής εταιρείας. Συγκεκριμένα εξετάζεται η εφαρμογή πολυκριτήριας ανάλυσης με σκοπό την κατάταξη των πτήσεων ως προς την κρισιμότητα τους. Αυτή η κατάταξη αποτελεί ένα αρχικό αλλά καίριο εργαλείο για αποτελεσματική διαχείριση διαταραχών.

## 2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

### 2.1 Γενικά

Η αεροπορική βιομηχανία, η οποία χαρακτηρίζεται από τις περίπλοκες και δυναμικές λειτουργίες της, βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα των κέντρων ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Centers). Στον πυρήνα των επιχειρήσεων των αεροπορικών εταιρειών, το κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) είναι επιφορτισμένο με τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο, συχνά υπό συνθήκες υψηλής πίεσης, εξασφαλίζοντας την απρόσκοπτη λειτουργία των πτήσεων, τη διαχείριση του πληρώματος και την αντιμετώπιση απρόβλεπτων διαταραχών. Δεδομένης της πολύπλευρης φύσης αυτών των αποφάσεων, η εφαρμογή της Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων (Multicriteria Decision Analysis) στο περιβάλλον του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) έχει συγκεντρώσει σημαντική προσοχή.

Ο κομβικός ρόλος του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) στις επιχειρήσεις των αεροπορικών εταιρειών απαιτεί εργαλεία και μεθοδολογίες που μπορούν να βοηθήσουν στην ταχεία και τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων. Η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων προσφέρει μια δομημένη προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλά κριτήρια ταυτόχρονα για την εξαγωγή βέλτιστων αποφάσεων. Η βιβλιογραφία παρουσιάζει ένα ευρύ φάσμα μεθόδων πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων, καθεμία με τα μοναδικά της πλεονεκτήματα, τους περιορισμούς και τους τομείς εφαρμογής της.

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση προσπαθεί να παρουσιάσει μια ολοκληρωμένη διερεύνηση των παρακάτω:

- Το σημερινό τοπίο της διαχείρισης των διαταραχών στις αεροπορικές εταιρείες του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).
- Ο αναπόσπαστος ρόλος της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στο πλαίσιο του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).
- Η εφαρμογή και η ποικιλία των μεθόδων πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων, με έμφαση στις μεθόδους ELECTRE III και TOPSIS.

## 2.2 Διαχείριση διαταραχών στο Κέντρο Ελέγχου Αεροπορικών Επιχειρήσεων

### 2.2.1 Επισκόπηση διαχείρισης διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center)

Το κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) αποτελεί το νευραλγικό κέντρο των επιχειρήσεων των αεροπορικών εταιρειών, επιφορτισμένο με τη διασφάλιση της απρόσκοπτης λειτουργίας των πτήσεων εν μέσω πληθώρας πιθανών διαταραχών. Η βιβλιογραφία αποκαλύπτει συναίνεση σχετικά με τον καθοριστικό ρόλο της διαχείρισης των

διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center), τονίζοντας τη σημασία της για τη διατήρηση της επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας και της ικανοποίησης των πελατών.

Η διαχείριση διαταραχών στο πλαίσιο του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) ορίζεται ως οι ενορχηστρωμένες στρατηγικές και διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση απρόβλεπτων γεγονότων που θέτουν σε κίνδυνο τις λειτουργίες των αεροπορικών εταιρειών (Su et al. 2021). Η βιβλιογραφία υπογραμμίζει την πολύπλευρη φύση αυτών των διαταραχών, οι οποίες περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, καιρικές ανωμαλίες, τεχνικές δυσλειτουργίες και ζητήματα που σχετίζονται με το πλήρωμα (Abdelghany et al. 2004; Kohl et al. 2007; Su et al. 2021). Ο πρωταρχικός στόχος παραμένει σταθερός σε όλη τη βιβλιογραφία: η διατήρηση της ακρίβειας των δρομολογίων των αεροπορικών εταιρειών, μια μέτρηση που συνδέεται άρρηκτα με την ικανοποίηση των πελατών και την επιχειρησιακή αποδοτικότητα (Abdelghany et al. 2004).

Η βιβλιογραφία αναγνωρίζει σταθερά τις καθυστερήσεις που προκαλούνται από τις καιρικές συνθήκες ως κυρίαρχο παράγοντα διαταραχής, με τις αλυσιδωτές επιδράσεις τους να προκαλούν εκτεταμένες διαταραχές στα δρομολόγια των αεροπορικών εταιρειών (Abdelghany et al. 2004). Οι τεχνικές ανωμαλίες, ένα άλλο επαναλαμβανόμενο θέμα, απαιτούν ταχείες παρεμβάσεις για την αποφυγή παρατεταμένων καθυστερήσεων (Kohl et al. 2007). Η διαχείριση του πληρώματος, ιδίως ενόψει απρόβλεπτων περιστατικών όπως η ασθένεια, αναδεικνύεται ως μια διαφοροποιημένη πρόκληση, η οποία απαιτεί περίπλοκους μηχανισμούς προγραμματισμού και επαναπρογραμματισμού (Su et al. 2021).

Η συγκριτική ανάλυση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει διαφοροποιημένες προοπτικές σχετικά με τη διαχείριση των διαταραχών. Ενώ η θεμελιώδης σημασία της αποτελεσματικής διαχείρισης των διαταραχών είναι ένας ομόφωνος ισχυρισμός (Abdelghany et al. 2004; Hassan, Santos & Vink 2021; Hu et al. 2017; Su et al. 2021), οι βιβλιογραφικές πηγές αποκλίνουν ως προς την έμφαση που δίνουν. Οι Su et al. (2021) δίνουν έμφαση στην ενσωμάτωση των διατμηματικών συνεργειών κατά τη διάρκεια των διαταραχών, ενώ οι Abdelghany et al. (2004) προσφέρουν μια πιο λεπτομερή διερεύνηση των αλυσιδωτών επιπτώσεων που πυροδοτούνται από δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Οι Hassan et al. (2021) υιοθετούν μια ολιστική στάση, γεφυρώνοντας τις θεωρητικές θέσεις με την επίγεια πραγματικότητα στα κέντρα ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Centers). Αντίθετα, οι Hu et al. (2017) εμβαθύνουν στην πολυπλοκότητα της ανάκτησης αεροσκάφους (Aircraft Recovery) εν μέσω διαταραχών, υποστηρίζοντας μια πολυδιάστατη προσέγγιση.

Μια εξέχουσα σύγκλιση σε όλη τη βιβλιογραφία είναι η υποστήριξη των προληπτικών μοντέλων ανάκτησης, τα οποία περιγράφονται ως καθοριστικά για τον περιορισμό των καθυστερήσεων (Abdelghany et al. 2004; Su et al. 2021). Ωστόσο, το βάθος της διερεύνησης ποικίλλει. Ενώ ορισμένα έγγραφα προσφέρουν μια πανοραμική ανάλυση των προκλήσεων και των λύσεων διαχείρισης των διαταραχών (Hassan, Santos & Vink 2021; Su et al. 2021) άλλα εμβαθύνουν σε συγκεκριμένα μοντέλα και μεθοδολογίες προσαρμοσμένες σε διακριτούς τύπους διαταραχών (Hu et al. 2017). Ο ρόλος της τεχνολογικής ενσωμάτωσης, ιδίως στην

υποστήριξη αποφάσεων, αναδύεται ως επαναλαμβανόμενο θέμα, αν και με διαφορετικά σημεία εστίασης στα διάφορα έγγραφα (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008).

Συνοψίζοντας, η βιβλιογραφία παρουσιάζει έναν ολοκληρωμένο χάρτη της διαχείρισης των διαταραχών στο πλαίσιο του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center), διευκρινίζοντας την πολυπλοκότητα, τις προκλήσεις και τις πολυποίκιλες στρατηγικές που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπισή τους. Η σύνθεση της βιβλιογραφίας υπογραμμίζει το δυναμικό και εξελισσόμενο τοπίο της διαχείρισης διαταραχών στον τομέα των αεροπορικών εταιρειών, καλώντας σε περαιτέρω έρευνα και καινοτομία (Abdelghany et al. 2004; Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Hassan, Santos & Vink 2021; Hu et al. 2017; Su et al. 2021).

### **2.2.2 Ιστορική εξέλιξη της διαχείρισης των διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center)**

Η ιστορική διαδρομή της διαχείρισης διαταραχών στο πλαίσιο του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την εξέλιξη των στρατηγικών, των μεθοδολογιών και των τεχνολογιών που έχουν διαμορφώσει το σημερινό τοπίο των αεροπορικών επιχειρήσεων. Μια εις βάθος ανάλυση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει ένα πλούσιο χρονικό εξελίξεων, προκλήσεων και αλλαγών μοντέλου που καθόρισαν αυτό το εγχείρημα.

Ιστορικά, η διαχείριση των διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) ήταν κυρίως αντιδραστική, με τις παρεμβάσεις να ξεκινούν μετά την έναρξη μιας διαταραχής (Su et al. 2021). Η βιβλιογραφία παλαιότερων ετών υπογραμμίζει τη μεγάλη εξάρτηση από χειροκίνητες διαδικασίες, με τη λήψη αποφάσεων να είναι σε μεγάλο βαθμό διαισθητική και καθοδηγούμενη από την εμπειρία (Hassan, Santos & Vink 2021). Η απουσία εξελιγμένων τεχνολογικών εργαλείων σήμαινε ότι τα κέντρα ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Centers) έπρεπε να αντιμετωπίσουν τις διαταραχές με περιορισμένες γνώσεις βάσει δεδομένων, οδηγώντας συχνά σε μη βέλτιστες αποφάσεις και παρατεταμένες καθυστερήσεις (Kohl et al. 2007).

Η έλευση της τεχνολογίας προανήγγειλε μια μετασχηματιστική φάση στη διαχείριση των διαταραχών. Οι Abdelghany et al. (2008) εξετάζουν την ανάπτυξη ενός εργαλείου υποστήριξης αποφάσεων που σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τις αεροπορικές εταιρείες να ανακτήσουν τα προγράμματά τους κατά τη διάρκεια διαταραχών. Αυτό το εργαλείο, που αξιοποιεί ένα πλαίσιο μοντελοποίησης κυλιόμενου ορίζοντα, αποτελεί την επιτομή της μετάβασης από χειροκίνητες, αντιδραστικές στρατηγικές σε προληπτικές, καθοδηγούμενες από δεδομένα, παρεμβάσεις (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008). Η βιβλιογραφία αναφέρεται επίσης στην αυξανόμενη ενσωμάτωση της ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, που επιτρέπει στα κέντρα ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Centers) να προβλέπουν πιθανές διαταραχές και να διαμορφώνουν προληπτικές στρατηγικές (Hu et al. 2017).

Η έμφαση μεταβαίνει από την απλή αντιμετώπιση των διαταραχών στην κατανόηση των βαθύτερων αιτιών τους, των αλληλεξαρτήσεων και των αλυσιδωτών επιπτώσεών τους

(Abdelghany et al. 2004; Su et al. 2021). Οι Jimenez Serrano and Kazda (2017) τονίζουν τη σημασία της εξέτασης των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων στην αξία των επιβατών και των πιθανών λύσεων για την εξατομίκευση των προτιμήσεων των επιβατών κατά τη διάρκεια των διαταραχών.

Η αντιπαράθεση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει τόσο συγκλίσεις όσο και αποκλίσεις στην απεικόνιση της ιστορικής εξέλιξης. Ενώ σε όλη τη βιβλιογραφία αναγνωρίζουν τον μετασχηματιστικό αντίκτυπο της τεχνολογίας (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Hassan, Santos & Vink 2021; Su et al. 2021), διαφέρουν ως προς την έμφασή τους. Οι Su et al. (2021) υπογραμμίζουν την ενσωμάτωση της διατμηματικής συνεργασίας, ενώ οι Hassan et al. (2021) προσφέρουν μια πιο ολοκληρωμένη ιστορική επισκόπηση, γεφυρώνοντας τις πρώιμες προκλήσεις με τις σύγχρονες λύσεις. Οι Hu et al. (2017), από την άλλη πλευρά, εμβαθύνουν σε συγκεκριμένες τεχνολογικές καινοτομίες, τονίζοντας τον ρόλο τους στην αναδιαμόρφωση των παραδειγμάτων διαχείρισης διαταραχών.

Ένα κοινό νήμα που διατρέχει τη βιβλιογραφία είναι η μετάβαση από την αντιδραστική στην προληπτική διαχείριση των διαταραχών, η οποία υποστηρίζεται από τις τεχνολογικές εξελίξεις (Abdelghany et al. 2004; Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Su et al. 2021). Ωστόσο, το βάθος και η λεπτομέρεια της διερεύνησης διαφέρουν μεταξύ της βιβλιογραφίας. Ενώ ορισμένα προσφέρουν μια πανοραμική άποψη των ιστορικών ορόσημων (Hassan, Santos & Vink 2021), άλλα παρέχουν λεπτομερείς εκθέσεις συγκεκριμένων καινοτομιών και των επιπτώσεών τους (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Hu et al. 2017).

Συνοψίζοντας, η ιστορική εξέλιξη της διαχείρισης των διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center), όπως διευκρινίζεται από τη βιβλιογραφία, αποτελεί απόδειξη της αδιάκοπης επιδίωξης της αριστείας στις αεροπορικές επιχειρήσεις. Το ταξίδι, που διανθίζεται από προκλήσεις, καινοτομίες και αλλαγές μοντέλων, προσφέρει ανεκτίμητα διδάγματα για μελλοντικές προσπάθειες σε αυτόν τον τομέα (Abdelghany et al. 2004; Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Hassan, Santos & Vink 2021; Hu et al. 2017; Su et al. 2021).

### **2.2.3 Τρέχουσες τάσεις και βέλτιστες πρακτικές στη διαχείριση των διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center)**

Το διαρκώς εξελισσόμενο τοπίο των αεροπορικών επιχειρήσεων έχει γίνει μάρτυρας μιας πληθώρας τάσεων και βέλτιστων πρακτικών στη διαχείριση διαταραχών. Μια σχολαστική εξέταση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει μια πλούσια συμβολή καινοτόμων μεθοδολογιών, τεχνολογικών εξελίξεων και στρατηγικών παραδειγμάτων που χαρακτηρίζουν τη σύγχρονη εποχή της διαχείρισης διαταραχών στο πλαίσιο του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).

Η σύγχρονη συζήτηση για τη διαχείριση των διαταραχών υπογραμμίζει την ύψιστη σημασία της λήψης αποφάσεων με βάση τα δεδομένα (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Su et al. 2021). Με την εξάπλωση των μεγάλων δεδομένων και των προηγμένων αναλυτικών μεθόδων, τα κέντρα ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Centers) είναι πλέον εξοπλισμένα για να

αξιοποιούν τεράστιους όγκους δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, διευκολύνοντας τις τεκμηριωμένες, έγκαιρες και στρατηγικές παρεμβάσεις (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008). Οι Su et al. (2021) εμβαθύνουν στην πολυπλοκότητα της αξιοποίησης της ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για την πρόβλεψη και την πρόληψη πιθανών διαταραχών, σηματοδοτώντας μια σημαντική απόκλιση από τις παραδοσιακές αντιδραστικές προσεγγίσεις.

Η βιβλιογραφία συμφωνεί για την αυξανόμενη ενσωμάτωση τεχνολογιών αιχμής στη διαχείριση διαταραχών (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Hu et al. 2017). Από τα μοντέλα πρόβλεψης με τεχνητή νοημοσύνη έως τα προηγμένα εργαλεία προσομοίωσης, η τεχνολογία έχει αναδειχθεί σε άξονα των σύγχρονων στρατηγικών διαχείρισης διαταραχών (Hu et al. 2017). Οι Abdelghany et al. (2008) διευκρινίζουν την ανάπτυξη και την εφαρμογή ενός εργαλείου υποστήριξης αποφάσεων που συγχωνεύει ένα μοντέλο προσομοίωσης χρονοδιαγράμματος με ένα μοντέλο βελτιστοποίησης ανάθεσης πόρων, ενσαρκώνοντας τη συμβολή της τεχνολογίας και της στρατηγικής στη σύγχρονη διαχείριση διαταραχών.

Μια εξέχουσα τάση που διακρίνεται στη βιβλιογραφία είναι η στροφή προς ολιστικές και επιβατοκεντρικές προσεγγίσεις (Jimenez Serrano & Kazda 2017; Su et al. 2021). Η διαχείριση των διαταραχών δεν αντιμετωπίζεται πλέον μεμονωμένα, αλλά γίνεται αντιληπτή ως αναπόσπαστο στοιχείο του ευρύτερου οικοσυστήματος λειτουργίας των αεροπορικών εταιρειών. Οι Jimenez Serrano and Kazda (2017) τονίζουν τη σημασία της εξατομίκευσης της εμπειρίας των επιβατών κατά τη διάρκεια των διαταραχών, υπογραμμίζοντας την ανάγκη να δοθεί προτεραιότητα στην αξία και την ικανοποίηση των επιβατών στις στρατηγικές διαχείρισης διαταραχών.

Η συγκριτική εξέταση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει διαφοροποιημένες προοπτικές σχετικά με τις τρέχουσες τάσεις και τις βέλτιστες πρακτικές. Ενώ ο θεμελιώδης ρόλος της τεχνολογίας είναι ένας ομόφωνος ισχυρισμός (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Hu et al. 2017; Su et al. 2021), η βιβλιογραφία προσφέρει ποικίλα σημεία εστίασης. Οι Su et al. (2021) δίνουν έμφαση στη συμβιωτική σχέση μεταξύ της ανάλυσης δεδομένων και της λήψης αποφάσεων, ενώ οι Hu et al. (2017) προσφέρουν μια λεπτομερή διερεύνηση συγκεκριμένων τεχνολογικών καινοτομιών και του μετασχηματιστικού τους αντίκτυπου. Οι Jimenez Serrano and Kazda (2017), αντίθετα, υπερασπίζονται ένα επιβατοκεντρικό παράδειγμα, υποστηρίζοντας στρατηγικές που δίνουν προτεραιότητα στην αξία και τις εμπειρίες των επιβατών.

Ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο στη βιβλιογραφία είναι η μετάβαση από απομονωμένες, αντιδραστικές στρατηγικές σε ολοκληρωμένες, προληπτικές και τεχνολογικά καθοδηγούμενες προσεγγίσεις (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Hu et al. 2017; Su et al. 2021). Ωστόσο, το βάθος της έρευνας ποικίλλει μεταξύ της βιβλιογραφίας. Ενώ ορισμένες πηγές προσφέρουν μια πανοραμική άποψη των σύγχρονων τάσεων (Hassan, Santos & Vink 2021; Su et al. 2021), άλλες εμβαθύνουν στις λεπτομέρειες συγκεκριμένων καινοτομιών και στις επιπτώσεις τους (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Hu et al. 2017).

Συνοψίζοντας, οι τρέχουσες τάσεις και βέλτιστες πρακτικές στη διαχείριση των διαταραχών, όπως περιγράφονται στη βιβλιογραφία, αντανakλούν την αδιάκοπη επιδίωξη του κλάδου για

επιχειρησιακή αριστεία, ικανοποίηση των επιβατών και τεχνολογική καινοτομία. Η σύνθεση αυτών της βιβλιογραφίας προσφέρει έναν ολοκληρωμένο πίνακα του σύγχρονου τοπίου, προσκαλώντας σε περαιτέρω διερεύνηση και έρευνα σε αυτόν τον δυναμικό τομέα (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Hassan, Santos & Vink 2021; Hu et al. 2017; Jimenez Serrano & Kazda 2017; Su et al. 2021).

#### **2.2.4 Μελέτες περίπτωσης και πραγματικές εφαρμογές της διαχείρισης διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center)**

Τα θεωρητικά θεμέλια της διαχείρισης των διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center), ενώ είναι ανεκτίμητα, αποκτούν βαθιά σημασία όταν αντιπαραβάλλονται με τις εφαρμογές στον πραγματικό κόσμο. Ανάλυση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει αξιόλογες μελέτες περίπτωσης και πρακτικές εφαρμογές που προσφέρουν απτές γνώσεις σχετικά με τις προκλήσεις, τις στρατηγικές και τα αποτελέσματα της διαχείρισης διαταραχών.

Η βιβλιογραφία είναι γεμάτη με μελέτες περιπτώσεων που ρίχνουν φως στις αμέτρητες επιχειρησιακές προκλήσεις που αντιμετωπίζονται σε πραγματικές συνθήκες (Castro, Rocha & Oliveira 2014; Khaled et al. 2018). Οι Castro et al. (2014) παρουσιάζουν μια λεπτομερή μελέτη περίπτωσης μιας μεγάλης αεροπορικής εταιρείας που αντιμετωπίζει αλυσιδωτές διακοπές λόγω απρόβλεπτων καιρικών ανωμαλιών. Η μελέτη σκιαγραφεί την πολυπλοκότητα της διαχείρισης των διασυνδεδεμένων δρομολογίων πτήσεων, της κατανομής του πληρώματος και της επανατοποθέτησης των επιβατών, προσφέροντας μια λεπτομερή οπτική των πολύπλευρων προκλήσεων που ενυπάρχουν στη διαχείριση των διαταραχών.

Η πρακτική εφαρμογή των τεχνολογικών εργαλείων και πλατφορμών αναδεικνύεται ως εξέχον θέμα στη βιβλιογραφία (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Hu et al. 2017). Οι Hu et al. (2017) εξιστορούν την εφαρμογή ενός συστήματος υποστήριξης αποφάσεων με μέθοδο πολλαπλών στόχων (multi-objective) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) μιας κορυφαίας αεροπορικής εταιρείας. Η μελέτη υπογραμμίζει τον μετασηματιστικό αντίκτυπο του συστήματος, αναδεικνύοντας σημαντικές βελτιώσεις στους χρόνους απόκρισης, την ακρίβεια των αποφάσεων και τη συνολική επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα.

Η βιβλιογραφία προσφέρει ένα πλούσιο κατάλογο στρατηγικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται σε πραγματικές συνθήκες και τα επακόλουθα αποτελέσματά τους (Kohl et al. 2007; Su et al. 2021). Οι Kohl et al. (2007) εμβαθύνουν στη στρατηγική αναθεώρηση του πλαισίου διαχείρισης διαταραχών μιας αεροπορικής εταιρείας, δίνοντας έμφαση στη μετάβαση από αντιδραστικές σε προληπτικές στρατηγικές. Η μελέτη διασαφηνίζει τα απτά οφέλη αυτής της αλλαγής μοντέλου, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης ικανοποίησης των επιβατών, του μειωμένου λειτουργικού κόστους και των βελτιωμένων μετρικών επιδόσεων εντός του χρόνου.

Η συγκριτική ανάλυση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει μια πλούσια ποικιλία πραγματικών πλαισίων, προκλήσεων και λύσεων. Ενώ όλες οι βιβλιογραφικές πηγές υπογραμμίζουν τις απτές προκλήσεις της διαχείρισης των διαταραχών του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων



(Operations Control Center) (Castro, Rocha & Oliveira 2014; Khaled et al. 2018; Kohl et al. 2007), διαφέρουν ως προς τα σημεία εστίασής τους. Οι Castro et al. (2014) προσφέρουν μια λεπτομερή διερεύνηση των επιχειρησιακών προκλήσεων σε ένα συγκεκριμένο σενάριο διαταραχής που προκαλείται από τις καιρικές συνθήκες, ενώ οι Kohl et al. (2007) παρέχουν μια ευρύτερη επισκόπηση των στρατηγικών αλλαγών και των απτών αποτελεσμάτων τους. Οι Hu et al. (2017), από την άλλη πλευρά, εστιάζουν στο μετασχηματιστικό δυναμικό των τεχνολογικών παρεμβάσεων σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).

Ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο στη βιβλιογραφία είναι ο απτός αντίκτυπος των στρατηγικών και τεχνολογικών παρεμβάσεων σε πραγματικές συνθήκες (Castro, Rocha & Oliveira 2014; Hu et al. 2017; Kohl et al. 2007). Ωστόσο, το βάθος και η λεπτομέρεια της διερεύνησης διαφέρουν μεταξύ της βιβλιογραφίας. Ενώ ορισμένα εμβαθύνουν στη λεπτομέρεια συγκεκριμένων προκλήσεων και παρεμβάσεων (Castro, Rocha & Oliveira 2014; Hu et al. 2017), άλλα υιοθετούν μια πιο πανοραμική άποψη, προσφέροντας συνολικές γνώσεις σχετικά με τα στρατηγικά παραδείγματα και τα αποτελέσματα (Kohl et al. 2007; Su et al. 2021).

Συνοψίζοντας, οι μελέτες περίπτωσης και οι πραγματικές εφαρμογές που καταγράφονται στη βιβλιογραφία προσφέρουν ανεκτίμητες πληροφορίες για τις απτές προκλήσεις, τις στρατηγικές και τα αποτελέσματα της διαχείρισης των διαταραχών σε διάφορα πλαίσια κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center). Αυτές οι περιγραφές από τον πραγματικό κόσμο, γεμάτες προκλήσεις, καινοτομίες και διδάγματα, χρησιμεύουν ως ένα πλούσιο αποθετήριο γνώσεων, καθοδηγώντας τις μελλοντικές προσπάθειες στον δυναμικό τομέα της διαχείρισης διαταραχών (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Castro, Rocha & Oliveira 2014; Hu et al. 2017; Kohl et al. 2007; Su et al. 2021).

## 2.3 Επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center)

### 2.3.1 Ορισμός και σημασία της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center)

Η επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο στη σφαίρα του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center), καθώς στηρίζει την ορθή λήψη αποφάσεων και την επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα. Η σχολαστική εξέταση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει μια διαφοροποιημένη κατανόηση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness), των θεμελιωδών αρχών της και της γενικότερης σημασίας της στο δυναμικό περιβάλλον του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).

Η βιβλιογραφία προσφέρει συναίνεση στον ορισμό της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) ως την αντίληψη των περιβαλλοντικών στοιχείων που αφορούν το χρόνο και το χώρο, την κατανόηση της σημασίας τους και την προβολή της κατάστασής τους στο εγγύς

μέλλον (Naderpour, Lu & Zhang 2014). Οι Naderpour et al. (2014) περιγράφουν την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) ως μια κατασκευή τριών επιπέδων που περιλαμβάνει την αντίληψη, την κατανόηση και την προβολή, τονίζοντας τη δυναμική και εξαρτώμενη από το πλαίσιο φύση της.

Η επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) δεν είναι ένα μονολιθικό κατασκεύασμα, αλλά είναι πολύπλευρη και περιλαμβάνει διάφορες διαστάσεις και επίπεδα (Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005). Οι Dastani et al. (2005) εμβαθύνουν στις ιδιαιτερότητες αυτών των διαστάσεων, τονίζοντας την αλληλεπίδραση μεταξύ της ατομικής γνώσης, των περιβαλλοντικών παραγόντων και των απαιτήσεων που σχετίζονται με την εργασία. Η μελέτη υπογραμμίζει τη ρευστότητα της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness), δίνοντας έμφαση στην εξέλιξή της με βάση το πλαίσιο της κατάστασης και τις γνωστικές διεργασίες του ατόμου.

Ο κομβικός ρόλος της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) αναδεικνύεται ως ένα σημαντικό θέμα σε όλη τη βιβλιογραφία (Naderpour, Lu & Zhang 2014), (Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005). Η αποτελεσματική διαχείριση των διαταραχών, η έγκαιρη λήψη αποφάσεων και η επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα συνδέονται άρρηκτα με την ισχυρή επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness). Οι Naderpour et al. (2014) υπογραμμίζουν τη σημασία της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στην πρόληψη και τη διαχείριση των διαταραχών, τονίζοντας το ρόλο της στην ενίσχυση της ακρίβειας των αποφάσεων και στη μείωση των χρόνων απόκρισης (Naderpour, Lu & Zhang 2014). Επιπλέον, η βιβλιογραφία συμφωνεί με τον ισχυρισμό ότι η επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) χρησιμεύει ως άξονας για τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ των γνώσεων που βασίζονται σε δεδομένα και της διαισθητικής λήψης αποφάσεων στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) (Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005).

Η συγκριτική ανάλυση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει διαφοροποιημένες προοπτικές σχετικά με την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) και τη σημασία της στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center). Ενώ όλες οι βιβλιογραφικές πηγές συγκλίνουν στον θεμελιώδη ορισμό και τις αρχές της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) (Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014), προσφέρουν διαφορετικά σημεία εστίασης. Οι Naderpour et al. (2014) προσφέρουν μια λεπτομερή διερεύνηση του ρόλου της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στη διαχείριση διαταραχών, ενώ οι Dastani et al. (2005) παρέχουν μια ευρύτερη επισκόπηση της πολύπλευρης φύσης της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness), δίνοντας έμφαση στα δυναμικά και εξαρτώμενα από το πλαίσιο χαρακτηριστικά της.

Ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο σε όλη τη βιβλιογραφία είναι η άρρηκτη σχέση μεταξύ της ισχυρής επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) και της αποτελεσματικής λήψης αποφάσεων στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) (Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014). Ωστόσο, το βάθος και η λεπτομέρεια της διερεύνησης διαφέρουν μεταξύ της βιβλιογραφίας. Ενώ ορισμένα εμβαθύνουν στη

λεπτομέρεια του ρόλου της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) σε συγκεκριμένα πλαίσια (Naderpour, Lu & Zhang 2014), άλλα υιοθετούν μια πιο πανοραμική άποψη, προσφέροντας συνολικές γνώσεις για την πολύπλευρη και δυναμική φύση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) (Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005).

Συνοψίζοντας, η βιβλιογραφία διαμορφώνει έναν ολοκληρωμένο πλαίσιο της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness), διευκρινίζοντας τις θεμελιώδεις αρχές της, την πολύπλευρη φύση της και τη γενικότερη σημασία της στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center). Η σύνθεση αυτών της βιβλιογραφίας υπογραμμίζει τον κομβικό ρόλο της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στην αποτελεσματικότητα του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center), προσκαλώντας σε περαιτέρω διερεύνηση και έρευνα σε αυτόν τον κομβικό τομέα (Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014).

### **2.3.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center)**

Η αποτελεσματικότητα της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) εξαρτάται από μια πληθώρα παραγόντων που επηρεάζουν την απόκτηση, τη διατήρηση και την εφαρμογή της. Η βιβλιογραφία προσφέρει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο γνώσεων σχετικά με αυτούς τους παράγοντες, διευκρινίζοντας τη σημασία, την αλληλεπίδραση και τον αντίκτυπό τους στην επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) στο δυναμικό περιβάλλον του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) (Πίνακας 1).

**Πίνακας 1: Παράγοντες που επηρεάζουν την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center)**

<b>Παράγοντες που επηρεάζουν την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center)</b>
Γνωστικοί και ατομικοί παράγοντες
Τεχνολογικοί παράγοντες
Ειδικοί περιβαλλοντικοί παράγοντες

Η βιβλιογραφία υπογραμμίζει τον καθοριστικό ρόλο των ατομικών γνωστικών διεργασιών στη διαμόρφωση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) (Naderpour, Lu & Zhang 2014). Παράγοντες όπως η προσοχή, η μνήμη, η αντίληψη και οι ικανότητες λήψης αποφάσεων διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στον καθορισμό του βάθους και του εύρους της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) ενός ατόμου (Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005). Οι Naderpour et al. (2014) εμβαθύνουν στις γνωστικές βάσεις της επίγνωσης της κατάστασης

(Situation Awareness), δίνοντας έμφαση στο ρόλο των πόρων προσοχής στην αντίληψη και κατανόηση των περιβαλλοντικών ενδείξεων.

Η ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών και εργαλείων στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) έχει βαθύτατο αντίκτυπο στην επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) (Bruce 2012). Ενώ αυτά τα εργαλεία μπορούν να ενισχύσουν την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) παρέχοντας δεδομένα και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, ο σχεδιασμός, η χρηστικότητα και η διεπαφή τους μπορούν επίσης να επηρεάσουν την ευκολία με την οποία τα άτομα αποκτούν και διατηρούν την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) (Bruce 2012). Ο Bruce (2012) προσφέρει μια ολοκληρωμένη διερεύνηση αυτής της πτυχής, υπογραμμίζοντας τη διττή φύση της τεχνολογίας: ενώ μπορεί να αυξήσει την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness), οι κακοσχεδιασμένες διεπαφές μπορούν επίσης να εμποδίσουν την απόκτησή της.

Το περιβάλλον του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center), που χαρακτηρίζεται από τη δυναμικότητα και την πολυπλοκότητά του, θέτει ειδικές προκλήσεις για την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) (Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005). Παράγοντες όπως ο φόρτος εργασίας, η πολυπλοκότητα της εργασίας, η πίεση του χρόνου και οι περιβαλλοντικές ενδείξεις παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επίδραση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) (Naderpour, Lu & Zhang 2014). Οι Dastani et al. (2005) υπογραμμίζουν την επιρροή των ειδικών απαιτήσεων της εργασίας στην επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness), τονίζοντας την ανάγκη για προσαρμοστικές στρατηγικές για τη διατήρηση των βέλτιστων επιπέδων επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) εν μέσω ποικίλων απαιτήσεων της εργασίας.

Η αντιπαραβολή της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει μια πλούσια ποικιλία παραγόντων που επηρεάζουν τις ΑΕ και τις ποικίλες επιπτώσεις τους. Ενώ όλες οι βιβλιογραφικές πηγές αναγνωρίζουν την πολύπλευρη φύση των καθοριστικών παραγόντων της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) (Bruce 2012; Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014), διαφέρουν ως προς την έμφαση που δίνουν. Οι Naderpour et al. (2014) προσφέρουν μια λεπτομερή διερεύνηση των γνωστικών παραγόντων, ενώ ο Bruce (2012) εμβαθύνει στις λεπτομέρειες επιρροής των τεχνολογικών παραγόντων. Οι Dastani et al. (2005), από την άλλη πλευρά, υιοθετούν μια ολιστική στάση, διερευνώντας την αλληλεπίδραση ατομικών, τεχνολογικών και περιβαλλοντικών παραγόντων.

Ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο σε όλη τη βιβλιογραφία είναι η περίπλοκη αλληλεπίδραση διαφόρων παραγόντων στη διαμόρφωση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) (Bruce 2012; Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014). Η βιβλιογραφία υπογραμμίζει συλλογικά την ανάγκη για μια ολιστική κατανόηση αυτών των καθοριστικών παραγόντων, δίνοντας έμφαση στη συλλογική επίδρασή τους στην επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness). Ενώ οι ατομικές γνωστικές διαδικασίες θέτουν το θεμέλιο της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness), τα τεχνολογικά εργαλεία και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες διαμορφώνουν το βάθος, το εύρος και την εφαρμογή της.

Συνοψίζοντας, η βιβλιογραφία προσφέρει μια ολοκληρωμένη διερεύνηση των πολυάριθμων παραγόντων που επηρεάζουν την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center). Αυτοί οι καθοριστικοί παράγοντες, με τις περίπλοκες αλληλεπιδράσεις και τις πολύπλευρες επιπτώσεις τους, διαμορφώνουν την απόκτηση, τη διατήρηση και την εφαρμογή της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness), προσφέροντας ανεκτίμητες γνώσεις για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητάς της στο δυναμικό περιβάλλον του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) (Bruce 2012; Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014).

### **2.3.3 Ενίσχυση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center)**

Ο κομβικός ρόλος της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) καθιστά αναγκαία την αδιάκοπη αναζήτηση στρατηγικών και παρεμβάσεων για την ενίσχυση της απόκτησης, της διατήρησης και της εφαρμογής της. Η βιβλιογραφία προσφέρει πληθώρα από πληροφορίες σχετικά με αυτές τις στρατηγικές, διευκρινίζοντας τα θεωρητικά τους θεμέλια, τις πρακτικές εφαρμογές και τον γενικότερο αντίκτυπο στην επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) εντός του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).

Μια από τις κύριες στρατηγικές που υπογραμμίζονται στη βιβλιογραφία είναι ο ρόλος των στοχευμένων προγραμμάτων κατάρτισης στην ενίσχυση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) (Naderpour, Lu & Zhang 2014). Τέτοια προγράμματα, που συχνά περιλαμβάνουν προσομοιώσεις, σενάρια πραγματικού κόσμου και γνωστικές ασκήσεις, στοχεύουν στην τελειοποίηση της ικανότητας του ατόμου να αντιλαμβάνεται, να κατανοεί και να προβάλλει αποτελεσματικά τις περιβαλλοντικές ενδείξεις. Οι Naderpour et al. (2014) εμβαθύνουν στις ιδιαιτερότητες της εκπαίδευσης με επίκεντρο την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness), τονίζοντας το ρόλο της στην ενίσχυση των πόρων προσοχής, των ικανοτήτων λήψης αποφάσεων και της συνολικής επάρκειας της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness).

Η ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών και εργαλείων αναδεικνύεται ως μια σημαντική στρατηγική για την ενίσχυση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) (Bruce 2012). Τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, οι πλατφόρμες ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και οι διαδραστικοί πίνακες ελέγχου είναι μερικές από τις τεχνολογικές παρεμβάσεις που επισημαίνονται στη βιβλιογραφία (Bruce 2012).

Ο σχεδιασμός και η εργονομία του χώρου εργασίας του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιρροή της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) (Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005). Παράγοντες όπως ο σχεδιασμός της οθόνης, η διάταξη των πληροφοριών και η ευχρηστία της διεπαφής μπορούν είτε να ενισχύσουν είτε να εμποδίσουν την απόκτηση και τη διατήρηση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness). Οι Dastani et al. (2005) υπογραμμίζουν τη σημασία των

αρχών σχεδιασμού με επίκεντρο τον χρήστη, υποστηρίζοντας διεπαφές που ευθυγραμμίζονται με τις γνωστικές διεργασίες και τις απαιτήσεις των καθηκόντων του χρήστη.

Η βιβλιογραφία συμφωνεί με τη σημασία των μηχανισμών ανατροφοδότησης για την ενίσχυση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) (Naderpour, Lu & Zhang 2014). Η συνεχής αξιολόγηση, η ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο και οι απολογισμοί μετά το συμβάν προσφέρουν ανεκτίμητες γνώσεις σχετικά με τους τομείς βελτίωσης, διευκολύνοντας την επαναληπτική βελτίωση των δεξιοτήτων και στρατηγικών που σχετίζονται με την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) (Naderpour, Lu & Zhang 2014).

Η αντιπαραβολή της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει μια πλούσια ποικιλία στρατηγικών και παρεμβάσεων που αποσκοπούν στην ενίσχυση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness). Ενώ όλες οι βιβλιογραφικές πηγές συγκλίνουν στον γενικότερο στόχο της ενίσχυσης της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) (Bruce 2012; Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014), προσφέρουν διαφορετικά σημεία εστίασης. Οι Naderpour et al. (2014) δίνουν έμφαση στην κατάρτιση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων. Οι Dastani et al. (2005), από την άλλη πλευρά, υιοθετούν μια ολιστική στάση, διερευνώντας την αλληλεπίδραση του εργονομικού σχεδιασμού, της ευχρηστίας της διεπαφής και της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness).

Ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο στη βιβλιογραφία είναι η πολύπλευρη φύση των στρατηγικών βελτίωσης της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) (Bruce 2012; Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014). Ενώ η ατομική εκπαίδευση και η ανάπτυξη δεξιοτήτων θέτουν το θεμελιώδες υπόβαθρο για την ενίσχυση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness), τα τεχνολογικά εργαλεία, ο εργονομικός σχεδιασμός και οι μηχανισμοί ανατροφοδότησης διαμορφώνουν και βελτιώνουν την απόκτηση και την εφαρμογή της.

Συνοψίζοντας, η βιβλιογραφία προσφέρει μια ολοκληρωμένη διερεύνηση των πολυάριθμων στρατηγικών και παρεμβάσεων που αποσκοπούν στην ενίσχυση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center). Αυτές οι στρατηγικές, με τις περίπλοκες αλληλεπιδράσεις και τις πολύπλευρες επιπτώσεις τους, προσφέρουν έναν οδικό χάρτη για τη βελτιστοποίηση της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness), τη διασφάλιση της αποτελεσματικής λήψης αποφάσεων και την ενίσχυση της συνολικής επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) (Bruce 2012; Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014).

#### **2.3.4 Επιπτώσεις της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στη λήψη αποφάσεων του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center)**

Η επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) αποτελεί τον άξονα των διαδικασιών λήψης αποφάσεων στο πλαίσιο του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center). Η επιρροή της διαπερνά διάφορες πτυχές των επιχειρήσεων, από καθήκοντα ρουτίνας έως κρίσιμες διαταραχές. Η βιβλιογραφία παρέχει μια ολοκληρωμένη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο η SA επηρεάζει τη λήψη αποφάσεων, διευκρινίζοντας τη σημασία της, τις προκλήσεις

και τα γενικότερα οφέλη που επιφέρει στο περιβάλλον του του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).

Στον πυρήνα της, η επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) παρέχει το απαραίτητο πληροφοριακό υπόβαθρο πάνω στο οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις (Naderpour, Lu & Zhang 2014). Εξασφαλίζει ότι οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων έχουν ακριβή και έγκαιρη κατανόηση του επιχειρησιακού περιβάλλοντος, επιτρέποντας τεκμηριωμένες και αποτελεσματικές παρεμβάσεις. Οι Naderpour et al. (2014) υπογραμμίζουν τη συμβιωτική σχέση μεταξύ επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) και λήψης αποφάσεων, τονίζοντας ότι η ισχυρή επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) οδηγεί σε πιο ακριβείς και έγκαιρες αποφάσεις.

Ένα από τα σημαντικότερα θέματα που προκύπτουν από τη βιβλιογραφία είναι ο ρόλος της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στη διευκόλυνση της προληπτικής λήψης αποφάσεων (Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005). Με μια ισχυρή επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness), το προσωπικό του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) μπορεί να προβλέψει πιθανές διαταραχές, προκλήσεις ή αλλαγές στο επιχειρησιακό περιβάλλον, επιτρέποντας προληπτικές παρεμβάσεις. Οι Dastani et al. (2005) εμβαθύνουν σε αυτή την πτυχή, επισημαίνοντας περιπτώσεις όπου η ενισχυμένη επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) οδήγησε σε προληπτικά μέτρα, αποτρέποντας έτσι πιθανές κρίσεις.

Παρόλο που η επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) αναμφίβολα ενισχύει αποτελεσματικότητα της λήψης αποφάσεων, ενέχει ορισμένες προκλήσεις. Η βιβλιογραφία επισημαίνει πιθανές παγίδες, όπως η υπερφόρτωση πληροφοριών, η παρερμηνεία των δεδομένων ή οι παραλείψεις στην επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness), οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε μη βέλτιστες αποφάσεις (Bruce 2012). Ο Bruce (2012) προσφέρει μια ολοκληρωμένη διερεύνηση αυτών των προκλήσεων, τονίζοντας την ανάγκη για συνεχή εκπαίδευση, ανατροφοδότηση και τεχνολογική υποστήριξη ώστε να διασφαλιστεί ότι η επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) βοηθά αποτελεσματικά στη λήψη αποφάσεων.

Η συγκριτική εξέταση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει διαφοροποιημένες προοπτικές σχετικά με τις επιπτώσεις της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στη λήψη αποφάσεων. Ενώ όλες οι βιβλιογραφικές πηγές αναγνωρίζουν τον θεμελιώδη ρόλο της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) (Bruce 2012; Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014), προσφέρουν διαφορετικές γνώσεις. Οι Naderpour et al. (2014) δίνουν έμφαση στην άμεση σχέση μεταξύ της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) και της ακρίβειας των αποφάσεων, ενώ οι Dastani et al. (2005) εμβαθύνουν στον προληπτικό χαρακτήρα των αποφάσεων που διευκολύνεται από την ισχυρή επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness). Ο Bruce (2012), από την άλλη πλευρά, υιοθετεί μια πιο προσεκτική στάση, διερευνώντας πιθανές προκλήσεις και παγίδες.

Ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο σε όλη τη βιβλιογραφία είναι η άρρηκτη σχέση μεταξύ της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) και της αποτελεσματικής λήψης αποφάσεων

στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) (Bruce 2012; Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014). Η βιβλιογραφία υπογραμμίζει συλλογικά τις πολύπλευρες επιπτώσεις της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness), από την ενίσχυση της ακρίβειας των αποφάσεων και της ενεργητικότητας μέχρι την πλοήγηση στις πιθανές προκλήσεις.

Συνοψίζοντας, η βιβλιογραφία δίνει μια ολοκληρωμένη εικόνα των βαθιών επιπτώσεων της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) στη λήψη αποφάσεων στο πλαίσιο του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center). Από τη διευκόλυνση προληπτικών παρεμβάσεων έως τη διασφάλιση τεκμηριωμένων και έγκαιρων αποφάσεων, η επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) αναδεικνύεται σε ακρογωνιαίο λίθο των διαδικασιών λήψης αποφάσεων, καθοδηγώντας το του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) προς την επιχειρησιακή αριστεία (Bruce 2012; Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014).

## 2.4 Πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων

### 2.4.1 Εισαγωγή στην πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων

Η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων έχει αναδειχθεί ως ένα βασικό εργαλείο για την αντιμετώπιση σύνθετων σεναρίων λήψης αποφάσεων όπου πολλαπλά κριτήρια συχνά συγκρούονται. Η βιβλιογραφία παρέχει μια ολοκληρωμένη διερεύνηση των θεμελιωδών αρχών και των μεθοδολογιών της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων.

Η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων αφορά βασικά τη λήψη αποφάσεων με πολλαπλά, συχνά αντικρουόμενα, κριτήρια. Οι Figueira et al. (2005) προσφέρουν έναν θεμελιώδη ορισμό, τονίζοντας την πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων ως μια δομημένη προσέγγιση στη λήψη αποφάσεων που εξετάζει πολλαπλούς στόχους και κριτήρια, με στόχο την εύρεση της καλύτερης δυνατής λύσης ή συμβιβασμού.

Η βιβλιογραφία υπογραμμίζει διάφορες βασικές αρχές που διέπουν την πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων (Greco, Ehrgott & Figueira 2005; Siskos & Tsotsolas 2015). Αυτές περιλαμβάνουν την εξέταση πολλαπλών κριτηρίων, τη συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών στον καθορισμό των κριτηρίων και των βαρών και τη χρήση δομημένων μεθοδολογιών για την αξιολόγηση και την κατάταξη των εναλλακτικών λύσεων. Οι Siskos and Tsotsolas (2015) εμβαθύνουν σε αυτές τις αρχές, τονίζοντας τη σημασία της συμμετοχής των ενδιαφερόμενων μερών και της δομημένης αξιολόγησης των εναλλακτικών λύσεων.

Ο δυναμικός και πολύπλευρος χαρακτήρας των επιχειρήσεων του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) απαιτεί πλαίσια λήψης αποφάσεων που να μπορούν να χειριστούν την πολυπλοκότητα, και η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων ταιριάζει στο σχέδιο (Greco, Ehrgott & Figueira 2005; Siskos & Tsotsolas 2015).



Ένα επαναλαμβανόμενο θέμα στη βιβλιογραφία είναι η δομημένη προσέγγιση της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων στο χειρισμό σύνθετων σεναρίων λήψης αποφάσεων (Greco, Ehrigott & Figueira 2005; Yoon & Kim 2017). Οι βιβλιογραφικές πηγές υπογραμμίζουν συλλογικά τα πολύπλευρα οφέλη της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων, από την εξέταση πολλαπλών κριτηρίων έως τη συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών και την εφαρμογή δομημένων μεθοδολογιών.

#### 2.4.2 Η μέθοδος TOPSIS

Η τεχνική για τη σειρά προτίμησης με βάση την ομοιότητα από μια ιδανική λύση (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS) έχει αναγνωριστεί στη βιβλιογραφία ως μια ισχυρή και συνεπής μέθοδος πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων.

Η μέθοδος TOPSIS ανήκει στην οικογένεια μεθόδων που βασίζονται στην απόσταση. Στον πυρήνα της, η TOPSIS αξιολογεί τις εναλλακτικές λύσεις με βάση την εγγύτητά τους σε μια ιδανική λύση και την απόστασή τους από την αντι-ιδεατή λύση (Ishizaka & Nemery 2013; Yoon & Kim 2017). Αυτή η διπλή αξιολόγηση εξασφαλίζει μια ολοκληρωμένη κατάταξη που λαμβάνει υπόψη τόσο τα δυνατά όσο και τα αδύνατα σημεία κάθε εναλλακτικής λύσης.

Η μέθοδος ξεκινά με την κατασκευή ενός πίνακα αποφάσεων, ακολουθούμενη από την κανονικοποίηση αυτού του πίνακα. Στη συνέχεια, αποδίδονται βάρη σε κάθε κριτήριο, οδηγώντας στον προσδιορισμό τόσο των ιδανικών όσο και των αρνητικά ιδανικών λύσεων. Το επόμενο βήμα περιλαμβάνει τον υπολογισμό της απόστασης κάθε εναλλακτικής λύσης από αυτές τις δύο λύσεις. Τέλος, υπολογίζεται ένας συντελεστής σχετικής εγγύτητας για κάθε εναλλακτική λύση, καθορίζοντας την κατάταξή της (Ishizaka & Nemery 2013; Tzeng & Huang 2011; Yoon & Kim 2017).

Πέρα από τα θεωρητικά της θεμέλια, η βιβλιογραφία εμβαθύνει επίσης στις πρακτικές εφαρμογές του TOPSIS. Οι Tzeng and Huang (2011) προσφέρουν πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορα πλαίσια, συμπεριλαμβανομένου του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center). Τέτοιες πρακτικές διερευνήσεις υπογραμμίζουν την προσαρμοστικότητα της μεθόδου και τις δυνατότητές της για την αντιμετώπιση προκλήσεων του πραγματικού κόσμου.

Η συλλογική διερεύνηση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει μια συνεκτική αφήγηση γύρω από το TOPSIS. Όλες οι βιβλιογραφικές πηγές συγκλίνουν στις θεμελιώδεις αρχές, τους μηχανισμούς και τα οφέλη της μεθόδου (Ishizaka & Nemery 2013; Tzeng & Huang 2011; Yoon & Kim 2017). Η συνεπής απεικόνιση του TOPSIS σε όλη την βιβλιογραφία υπογραμμίζει περαιτέρω την αξιοπιστία της μεθόδου.

Η μέθοδος TOPSIS αναδεικνύεται σε αξιόπιστη και εφαρμόσιμη μέθοδο στο τοπίο της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων, προσφέροντας μια δομημένη, αντικειμενική και συνεπή προσέγγιση στη λήψη αποφάσεων.

### 2.4.3 Η μέθοδος ELECTRE III

Η ELECTRE III, μια υπό-παραλλαγή της οικογένειας μεθόδων Εξάλειψη και επιλογές που αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα (Elimination Et Choix Traduisant la REalite, ELECTRE), έχει συζητηθεί εκτενώς στη βιβλιογραφία ως εργαλείο πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων. Ωστόσο, η απεικόνισή της σε διάφορα έγγραφα αποκαλύπτει ασυνέπειες, γεγονός που εγείρει ανησυχίες σχετικά με την δυνατότητα εφαρμογής της σε σενάρια του πραγματικού κόσμου.

Η μέθοδος ELECTRE III έχει σχεδιαστεί για να χειρίζεται σενάρια λήψης αποφάσεων στα οποία παίζουν ρόλο πολλαπλά, συχνά αντικρουόμενα, κριτήρια. Λειτουργεί με την κατασκευή μιας σχέσης υπεροχής, η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την εξαγωγή μιας κατάταξης ή ταξινόμησης των εναλλακτικών λύσεων. Η μέθοδος δίνει έμφαση στη σημασία των εννοιών της ασυμφωνίας και της συμφωνίας στην αξιολόγηση των εναλλακτικών επιλογών (Buchanan et al. 1999; Dias & Mousseau 2006; Figueira et al. 2010; Figueira, Greco & Ehrogott 2005; Ishizaka & Nemery 2013; Majdi 2013; *The ELECTRE family (member of the Outranking methods)* n.d.).

Η μέθοδος ξεκινά με την κατασκευή ενός πίνακα αποφάσεων, ο οποίος στη συνέχεια κανονικοποιείται. Σε κάθε κριτήριο αποδίδονται βάρη και ακολουθεί ο υπολογισμός των δεικτών συμφωνίας, ασυμφωνίας και βέτο για κάθε ζεύγος εναλλακτικών λύσεων. Οι δείκτες αυτοί χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για την κατασκευή της σχέσης υπεροχής, η οποία αποτελεί τη βάση για την τελική κατάταξη ή ταξινόμηση των εναλλακτικών επιλογών (Buchanan et al. 1999; Dias & Mousseau 2006; Figueira et al. 2010; Figueira, Greco & Ehrogott 2005; Ishizaka & Nemery 2013; Majdi 2013; *The ELECTRE family (member of the Outranking methods)* n.d.). Η τελική κατάταξη προκύπτει ύστερα από κλασματική απόσταξη (distillation) του πίνακα αξιοπιστίας (Greco, Ehrogott & Figueira 2005).

Μια βαθιά εμβάθυνση στη βιβλιογραφία αποκαλύπτει ασυνέπειες στην απεικόνιση της μεθόδου ELECTRE III, ιδίως στις εξισώσεις της. Ορισμένες πηγές παραλείπουν το στάδιο της κανονικοποίησης και κατασκευάζουν τους πίνακες συμφωνίας και ασυμφωνίας αποκλειστικά με τη χρήση των βαρών και των δεικτών των κριτηρίων (Figueira et al. 2010), ενώ άλλες ακολουθούν πιο σαφείς μεθόδους κανονικοποίησης (Greco, Ehrogott & Figueira 2005). Επίσης το στάδιο της κλασματικής απόσταξης περιγράφεται ασαφώς από την πλειοψηφία των πηγών (Buchanan et al. 1999; Dias & Mousseau 2006; Figueira et al. 2010; Figueira, Greco & Ehrogott 2005; Ishizaka & Nemery 2013; Majdi 2013; *The ELECTRE family (member of the Outranking methods)* n.d.).

Η μέθοδος ELECTRE III, αν και προσφέρει πολύτιμες γνώσεις για την πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων, έχει ασυνέπειες σε διάφορες πηγές. Ο περίπλοκος χαρακτήρας της, σε συνδυασμό με τις ποικίλες αναπαραστάσεις στη βιβλιογραφία, εγείρει ανησυχίες σχετικά με την αξιοπιστία και τη δυνατότητα εφαρμογής της (Buchanan et al. 1999; Dias & Mousseau 2006; Figueira et al. 2010; Figueira, Greco & Ehrogott 2005; Ishizaka & Nemery 2013; Majdi 2013; *The ELECTRE family (member of the Outranking methods)* n.d.). Τα επόμενα κεφάλαια θα εμβαθύνουν σε αυτές τις προκλήσεις, προσφέροντας μια κριτική ανάλυση των δυνατοτήτων και των παγίδων της μεθόδου.

#### 2.4.4 Εφαρμογή και προκλήσεις των πολυκριτήριων μεθόδων λήψης αποφάσεων σε δυναμικούς χώρους λήψης αποφάσεων

Η δομημένη προσέγγιση της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων προσφέρει πολλά οφέλη σε δυναμικούς χώρους λήψης αποφάσεων (Figueira, Greco & Ehrogott 2005; Siskos & Tsotsolas 2015). Με την ταυτόχρονη εξέταση πολλαπλών κριτηρίων, η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων εξασφαλίζει τη λήψη ολοκληρωμένων αποφάσεων, λαμβάνοντας υπόψη διάφορες επιχειρησιακές πτυχές. Οι Figueira et al. (2005) υπογραμμίζουν την ενισχυμένη ποιότητα των αποφάσεων που προκύπτουν από το πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων, τονίζοντας το ρόλο του στη βελτίωση της επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας και της ικανοποίησης των ενδιαφερομένων μερών.

Ενώ η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, η εφαρμογή της σε δυναμικούς χώρους λήψης αποφάσεων δεν είναι χωρίς προκλήσεις (Buchanan et al. 1999; Dias & Mousseau 2006; Figueira et al. 2010; Figueira, Greco & Ehrogott 2005; Ishizaka & Nemery 2013; Majdi 2013). Αυτές περιλαμβάνουν την πολυπλοκότητα του ορισμού και της στάθμισης των κριτηρίων, την πιθανή υπερφόρτωση πληροφοριών και την ανάγκη για συνεχείς ενημερώσεις ώστε να αντικατοπτρίζεται το μεταβαλλόμενο επιχειρησιακό πλαίσιο (Buchanan et al. 1999; Dias & Mousseau 2006; Figueira et al. 2010; Figueira, Greco & Ehrogott 2005; Ishizaka & Nemery 2013; Majdi 2013).

Η αντιμετώπιση των προκλήσεων της εφαρμογής της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων απαιτεί στοχευμένες στρατηγικές (Figueira, Greco & Ehrogott 2005; Siskos & Tsotsolas 2015). Αυτές περιλαμβάνουν τη συμμετοχή των ενδιαφερομένων μερών στον καθορισμό των κριτηρίων, τη συνεχή κατάρτιση του προσωπικού και την ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών για την υποστήριξη των διαδικασιών πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων (Siskos & Tsotsolas 2015).

Η συγκριτική διερεύνηση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο από πληροφορίες σχετικά με την εφαρμογή της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center). Ενώ όλες οι βιβλιογραφικές πηγές αναγνωρίζουν τα οφέλη της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων (Figueira, Greco & Ehrogott 2005; Siskos & Tsotsolas 2015), προσφέρουν διαφορετικές προοπτικές σχετικά με τις προκλήσεις και τις στρατηγικές. Ορισμένες παρέχουν μια λεπτομερή διερεύνηση συγκεκριμένων προκλήσεων και περιπτώσιολογικών μελετών (Bottero et al. 2015; Buchanan et al. 1999; Figueira et al. 2010; Iniesta & Gutiérrez 2009; *The ELECTRE family (member of the Outranking methods)* n.d.), ενώ άλλες προσφέρουν συνολικές γνώσεις σχετικά με τα οφέλη και τις στρατηγικές εφαρμογής (Figueira, Greco & Ehrogott 2005; Siskos & Tsotsolas 2015).

Η βιβλιογραφία υπογραμμίζει συλλογικά την ανάγκη για στοχευμένες στρατηγικές, εμπλοκή των ενδιαφερομένων μερών και συνεχή κατάρτιση για την αξιοποίηση του πλήρους δυναμικού της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων σε δυναμικό περιβάλλον (Figueira, Greco & Ehrogott 2005; Roy, Present & Silhol 1986).

#### 2.4.5 Τεχνολογική ενσωμάτωση των πολυκριτήριων μεθόδων λήψης αποφάσεων σε δυναμικούς χώρους λήψης αποφάσεων

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας άνοιξε το δρόμο για την ενσωμάτωση προηγμένων εργαλείων και πλατφορμών σε δυναμικούς χώρους λήψης αποφάσεων, ενισχύοντας την εφαρμογή πολυκριτήριων μεθόδων λήψης αποφάσεων (πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων). Η βιβλιογραφία παρέχει μια ολοκληρωμένη διερεύνηση αυτής της τεχνολογικής ενσωμάτωσης, αναδεικνύοντας τη σημασία, τα οφέλη, τις προκλήσεις και τις μελλοντικές προοπτικές της.

Οι δυναμικοί χώροι λήψης αποφάσεων αξιοποιούν μια σειρά τεχνολογικών πλατφορμών για να διευκολύνουν τη πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων (Figueira, Greco & Ehrgott 2005; Siskos & Tsotsolas 2015). Αυτές οι πλατφόρμες, που συχνά περιλαμβάνουν συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, αναλύσεις σε πραγματικό χρόνο και διαδραστικούς πίνακες ελέγχου, ενισχύουν τη δομημένη προσέγγιση της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων. Οι Figueira et al. (2005) εμβαθύνουν σε συγκεκριμένες πλατφόρμες που υποστηρίζουν τη πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων, δίνοντας έμφαση στο ρόλο τους στην παροχή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, στη διευκόλυνση της συνεργασίας των ενδιαφερόμενων μερών και στη διασφάλιση ολοκληρωμένης λήψης αποφάσεων.

Εξασφαλίζει την ταχύτερη λήψη αποφάσεων, μειώνει το γνωστικό φορτίο ληπτών αποφάσεων και παρέχει αξιοποιήσιμες γνώσεις που προέρχονται από τεράστια σύνολα δεδομένων. Οι Buchanan et al. (1999) υπογραμμίζουν αυτά τα οφέλη, τονίζοντας την αυξημένη ποιότητα των αποφάσεων, την επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα και την πρόληψη που προκύπτουν από την τεχνολογική ολοκλήρωση.

Ενώ η τεχνολογική ενσωμάτωση ενισχύει τη πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων, δεν στερείται προκλήσεων. Αυτές περιλαμβάνουν την πιθανή υπερφόρτωση πληροφοριών, την πολυπλοκότητα της διαχείρισης και της ενημέρωσης των τεχνολογικών πλατφορμών και τη διασφάλιση της απρόσκοπτης ροής δεδομένων μεταξύ των συστημάτων (Bottero et al. 2015; Iniesta & Gutiérrez 2009; *The ELECTRE family (member of the Outranking methods)* n.d.).

Η βιβλιογραφία χαρακτηρίζεται από αισιοδοξία όσον αφορά τις μελλοντικές προοπτικές της τεχνολογικής ενσωμάτωσης με το πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων σε δυναμικούς χώρους λήψης αποφάσεων (Dias & Mousseau 2006; Roy, Present & Silhol 1986). Με τις εξελίξεις στην τεχνητή νοημοσύνη, τη μηχανική μάθηση και την ανάλυση δεδομένων, υπάρχουν δυνατότητες για ακόμη πιο ισχυρά πλαίσια λήψης αποφάσεων (Figueira et al. 2010).

Η βιβλιογραφία δίνει μια ολοκληρωμένη εικόνα της τεχνολογικής ενσωμάτωσης της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων σε δυναμικούς χώρους λήψης αποφάσεων. Από τη διευκρίνιση των απτών πλεονεκτημάτων έως την αντιμετώπιση των προκλήσεων και την προσφορά μιας ματιάς στις μελλοντικές καινοτομίες, η βιβλιογραφία παρέχει μια ολιστική εικόνα του μετασχηματιστικού ρόλου της τεχνολογίας στις διαδικασίες πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων (Greco, Ehrgott & Figueira 2005; Roy, Present & Silhol 1986).

## 2.5 Σύνθεση βιβλιογραφικής ανασκόπησης

### 2.5.1 Βασικά ευρήματα

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση ξεκίνησε μια ολοκληρωμένη διερεύνηση της διαχείρισης των διαταραχών στα κέντρα ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Centers) αεροπορικών εταιρειών. Μέσω της συστηματικής εξέτασης της διαθέσιμης βιβλιογραφίας, ανακαλύφθηκε μια πληθώρα από γνώσεις, μεθοδολογίες, προκλήσεις και μελλοντικές προοπτικές που σχετίζονται με αυτή την καίρια πτυχή των επιχειρήσεων των αεροπορικών εταιρειών. Η ανάλυση εμπλουτίστηκε με τη ανάδειξη της σημασίας της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) κατά τη λήψη αποφάσεων και ολοκληρώθηκε με την ανάλυση πολυκριτήριων μεθόδων λήψης απόφασης.

- **Σημασία της διαχείρισης των διαταραχών:** Η βιβλιογραφία υπογραμμίζει τις βαθιές επιπτώσεις των διαταραχών στη λειτουργική αποδοτικότητα, τα οικονομικά αποτελέσματα και την ικανοποίηση των επιβατών (Castro, Rocha & Oliveira 2014; Su et al. 2021). Η αποτελεσματική διαχείριση των διαταραχών αναδεικνύεται σε ακρογωνιαίο λίθο για τη διασφάλιση της ομαλής λειτουργίας των επιχειρήσεων των αεροπορικών εταιρειών.
- **Προκλήσεις και μεθοδολογίες:** Το δυναμικό περιβάλλον του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) παρουσιάζει μια πληθώρα προκλήσεων στη διαχείριση των διαταραχών, όπως τα απρόβλεπτα γεγονότα και την πολυπλοκότητα της λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο (Castro & Oliveira 2011; Khaled et al. 2018). Ωστόσο, η βιβλιογραφία αναδεικνύει επίσης μια σειρά από μεθοδολογίες, όπως την προγνωστική ανάλυση και την υποστήριξη λήψης αποφάσεων βάσει σεναρίων, που προσφέρουν δομημένες προσεγγίσεις σε αυτές τις προκλήσεις (Abdelghany et al. 2004; Hassan, Santos & Vink 2021).
- **Τεχνολογικοί και ανθρώπινοι παράγοντες:** Η αλληλεπίδραση της τεχνολογίας και του ανθρώπινου παράγοντα είναι ένα επαναλαμβανόμενο θέμα ως καταλύτης βελτίωσης της επίγνωσης της κατάστασης (Situation Awareness) του λήπτη αποφάσεων. Ενώ οι προηγμένες τεχνολογίες προσφέρουν προσεγγίσεις με βάση τα δεδομένα για τη διαχείριση των διαταραχών όπως την προγνωστική ανάλυση και την υποστήριξη λήψης αποφάσεων βάσει σεναρίων (Abdelghany, Abdelghany & Ekollu 2008; Jimenez Serrano & Kazda 2017; Su et al. 2021), ο ανθρώπινος παράγοντας παραμένει απαραίτητος, δίνοντας έμφαση στην ισορροπία μεταξύ της τεχνολογίας και της ανθρώπινης κρίσης (Bruce 2012; Dastani, Hulstijn & Van Der Torre 2005; Naderpour, Lu & Zhang 2014).

Οι γνώσεις που προέκυψαν από την παρούσα ανασκόπηση έχουν βαθιές συνέπειες τόσο για τον ακαδημαϊκό χώρο όσο και για τη βιομηχανία. Για τους ερευνητές, προσφέρει ένα ενοποιημένο σώμα γνώσεων, εντοπίζοντας κενά και τομείς ώριμους για περαιτέρω διερεύνηση. Για τους επαγγελματίες της βιομηχανίας, η ανασκόπηση παρέχει αξιοποιήσιμες

γνώσεις, μεθοδολογίες και βέλτιστες πρακτικές που μπορούν να αξιοποιηθούν για την ενίσχυση της διαχείρισης των διαταραχών στα κέντρα ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Centers).

### **2.5.2 Βιβλιογραφικό κενό**

Ένα έντονο κενό στη βιβλιογραφία είναι η απουσία ενός συνεκτικού πλαισίου που να ενσωματώνει την πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων, ειδικά για την κατάταξη των πτήσεων με βάση την κρισιμότητά τους, στις διαδικασίες διαχείρισης των διαταραχών του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center). Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να βελτιώσει σημαντικά τη λήψη αποφάσεων και την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center), ωστόσο η βιβλιογραφία στερείται ολοκληρωμένης έρευνας σε αυτή τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Η διαχείριση των διαταραχών στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) βρίσκεται στο σημείο συμβολής της τεχνολογίας, των ανθρώπινων παραγόντων και των επιχειρησιακών περιπλοκών. Μέσω αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, έγινε προσπάθεια παροχής μιας ολιστικής άποψης αυτού του πολύπλοκου τομέα, συνθέτοντας γνώσεις από διάφορες πηγές. Καθώς η αεροπορική βιομηχανία συνεχίζει να εξελίσσεται, οι γνώσεις από την παρούσα ανασκόπηση θα χρησιμεύσουν αναμφίβολα ως βάση για μελλοντική έρευνα, επιχειρησιακές βελτιώσεις και βέλτιστες πρακτικές στη διαχείριση διαταραχών.

## 3. Μεθοδολογία

### 3.1 Γενικά

Η διαχείριση των διαταραχών στο πλαίσιο των αεροπορικών επιχειρήσεων αποτελεί μια πολύπλευρη πρόκληση, η οποία συνδυάζει τις επιχειρησιακές απαιτήσεις με το περίπλοκο τοπίο της δυναμικής των αεροπορικών εταιρειών. Η αντιμετώπιση αυτού του πολύπλοκου ζητήματος απαιτεί μια ολιστική, σαφώς καθορισμένη ερευνητική μεθοδολογία που ενσωματώνει απρόσκοπτα τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές μεθόδους. Το παρόν κεφάλαιο αναλύει τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση του ερευνητικού ερωτήματος.

Η μεθοδολογία αυτή περιλαμβάνει διάφορα στοιχεία:

- Διπλή έμφαση τόσο στους ποσοτικά όσο και σε ποιοτικά στοιχεία. Τα ποσοτικά δεδομένα σκιαγραφούν μια πιο αντικειμενική απεικόνιση της κατάστασης, αλλά μόνο σε συνδυασμό με ποιοτικά στοιχεία, ιδίως από παρατηρήσεις μπορούν να αναδείξουν την πραγματική πολυπλοκότητα και δυναμικότητα των διαδικασιών και αποφάσεων που διαδραματίζονται στο κέντρο επιχειρήσεων.
- Βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία διασφαλίζει ότι η έρευνα έχει στηρίζεται στην υπάρχουσα ακαδημαϊκή και βιομηχανική γνώση, ενώ παράλληλα εντοπίζει τα κενά που η παρούσα έρευνα στοχεύει να καλύψει.
- Μια πρακτική φιλοσοφία που έχει τις ρίζες της στο πεδίο της επαγωγής, όπου οι παρατηρήσεις και τα δεδομένα από κοινού υποκινούν τη διατύπωση υποθέσεων και μοντέλων, τα οποία βελτιώνονται και επικυρώνονται περαιτέρω μέσω ανάδρασης από τα ενδιαφερόμενα μέρη του κλάδου.
- Ηθικά ζητήματα που τονίζουν την ακεραιότητα της έρευνας, διασφαλίζοντας ότι η έρευνα είναι αξιόπιστη αλλά και σέβεται τις πηγές της.

### 3.2 Ερευνητική φιλοσοφία - παράδειγμα

#### 3.2.1 Επαγωγική προσέγγιση

Η έρευνα υιοθέτησε μια επαγωγική προσέγγιση (inductive research), όπου οι παρατηρήσεις αποτέλεσαν το θεμέλιο πάνω στο οποίο κατασκευάστηκαν οι θεωρίες. Η προσέγγιση αυτή ξεκίνησε με μελέτη της βιβλιογραφίας και συγκεκριμένες παρατηρήσεις στην Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines), διαμορφώνοντας τις αρχικές συσχετίσεις και μοτίβα, από τα οποία αντλήθηκαν θεωρίες και γνώσεις σχετικά με τη διαχείριση διαταραχών στις αεροπορικές επιχειρήσεις.

### 3.2.2 Συνδυασμός ποσοτικών & ποιοτικών μεθόδων

Τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές μέθοδοι συνδυάζονται σε αυτή την έρευνα, προσφέροντας έναν πολυδιάστατο φακό για την εξέταση του πολύπλοκου μωσαϊκού της διαχείρισης των διαταραχών αεροπορικών εταιρειών.

#### 3.2.2.1 Ποσοτική συλλογιστική

Τα εκτεταμένα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines) παρείχαν πληθώρα αριθμητικών πληροφοριών. Αυτά τα ποσοτικά δεδομένα επέτρεψαν την εφαρμογή πολυκριτήριων αναλύσεων, όπως η TOPSIS, η οποία απαιτεί δομημένη εισαγωγή αριθμητικών δεδομένων. Αυτές οι μέθοδοι, που βασίζονται στην ποσοτική συλλογιστική, διασφάλισαν ότι τα συμπεράσματα της έρευνας ήταν βασισμένα στα δεδομένα, αντικειμενικά και στατιστικά έγκυρα.

#### 3.2.2.2 Ποιοτική συλλογιστική

Παρά τη μεγάλη εξάρτηση από τα αριθμητικά δεδομένα, δεν θα μπορούσε να παραλειφθεί το ανθρώπινο στοιχείο που είναι εγγενές στις λειτουργίες των αεροπορικών εταιρειών. Τα δεδομένα που προέκυψαν από παρατήρηση, αν και δεν ήταν πάντα μετρήσιμα, προσέφεραν ανεκτίμητες πληροφορίες για την ανθρώπινη συμπεριφορά, τα πρότυπα λήψης αποφάσεων, τη διατμηματική επικοινωνία και τις εγγενείς προκλήσεις που αντιμετωπίζει το κέντρο επιχειρήσεων. Επιπλέον, η ανάδραση των συντονιστών από το κέντρο επιχειρήσεων παρείχαν πληροφορίες που προσέδωσαν βάθος στην έρευνα. Αυτή η ποιοτική διάσταση εξασφάλισε ότι η έρευνα ήταν ολοκληρωμένη, καταγράφοντας τόσο τις μετρήσιμες όσο και τις συμπεριφοριστικές πτυχές της διαχείρισης των διαταραχών.

### 3.2.3 Έρευνα δράσης

Η έρευνα δεν σταμάτησε στην απλή παρατήρηση και κατανόηση του προβλήματος. Σχεδιάζοντας ένα σύστημα πολυκριτήριας ανάλυσης για την κατάταξη των πτήσεων με βάση την κρισιμότητά τους, έκανε πρακτικά βήματα για την αντιμετώπιση μιας απτής πρόκλησης. Αυτή η ενεργητική παρέμβαση, σε συνδυασμό με την ανάδραση και την επικύρωση από τα στελέχη της Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines), ενσαρκώνει την ουσία της έρευνας δράσης - ένα ερευνητικό παράδειγμα που επιδιώκει όχι μόνο να κατανοήσει, αλλά και να δράσει και να μεταμορφώσει.

## 3.3 Μέθοδοι έρευνας

### 3.3.1 Γενικά

Η δημιουργία ενός αποτελεσματικού συστήματος διαχείρισης διαταραχών για τις αεροπορικές επιχειρήσεις απαιτούσε μια πολυεπίπεδη και εμπειριστατωμένη μεθοδολογία. Για την ολιστική αντιμετώπιση αυτής της ερευνητικής ανάγκης, χρησιμοποιήθηκαν 2 θεμελιώδεις μέθοδοι: βιβλιογραφική ανασκόπηση και η μελέτη περίπτωσης. Αυτές οι μέθοδοι επιλέχθηκαν



συστηματικά για να προσφέρουν μια ολοκληρωμένη αλλά και εστιασμένη ματιά στο ερευνητικό ερώτημα, παρέχοντας ένα μείγμα θεωρητικής θεμελίωσης και εμπειρικών γνώσεων.

### 3.3.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

#### 3.3.2.1 Περιγραφή μεθόδου

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση δομήθηκε σχολαστικά ώστε να αξιοποιηθεί τόσο ως εργαλείο αναδρομής όσο και κατανόησης του τρέχοντος ερευνητικού έργου. Περιελάμβανε μια λεπτομερή αξιολόγηση ακαδημαϊκών περιοδικών, επιχειρηματικών εκθέσεων και μελετών περίπτωσης για την απόκτηση μιας πολυδιάστατης κατανόησης και εντοπισμό βιβλιογραφικού κενού.

#### 3.3.2.2 Αιτιολόγηση

- **Ιστορικό πλαίσιο και εξέλιξη:** Η κατανόηση της γέννησης και της αναπτυξιακής πορείας των συστημάτων διαχείρισης διαταραχών στις αεροπορικές εταιρείες είναι καίριας σημασίας. Αυτό το πλαίσιο βοηθά στη διάκριση των προτύπων, των προκλήσεων του παρελθόντος και των εξελικτικών σημείων αναφοράς, θέτοντας τις βάσεις για καινοτόμες προοπτικές.
- **Σφυγμός στις σύγχρονες μεθοδολογίες:** Χαρτογραφήθηκαν οι τρέχουσες πρακτικές, οι αναδυόμενες τεχνολογίες και οι τεχνολογίες αιχμής στη διαχείριση των διαταραχών στις αεροπορικές εταιρείες. Αυτό εξασφάλισε ότι η έρευνα ευθυγραμμίστηκε με τα ισχύοντα πρότυπα του κλάδου και βασίστηκε σε αυτά.
- **Αξιολόγηση βιβλιογραφικών κενών:** Με την κριτική ανάλυση της βιβλιογραφίας, εντοπίστηκαν τομείς που χρήζουν περεταίρω έρευνας. Αυτά τα εντοπισμένα κενά ανέδειξαν την πρόταση αξίας που θα μπορούσε να προσφέρει η παρούσα έρευνα.

### 3.3.3 Μελέτη περίπτωσης

#### 3.3.3.1 Περιγραφή της μεθόδου

Η μέθοδος μελέτης περίπτωσης, στην παρούσα έρευνα, αφορά στην Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines). Χρησιμοποιώντας μια σε βάθος, πολύπλευρη διερεύνηση του συστήματος διαχείρισης διαταραχών της αεροπορικής εταιρείας μέσα στο πραγματικό της πλαίσιο, η μέθοδος αυτή είχε ως στόχο να παρέχει λεπτομερείς γνώσεις που θα μπορούσαν να λείπουν από γενικευμένες παρατηρήσεις ή βιβλιογραφική ανασκόπηση. Η μελέτη βασίστηκε τόσο σε ποιοτικά όσο και σε ποσοτικά δεδομένα, τα οποία προέρχονταν απευθείας από τις λειτουργικές μετρήσεις της αεροπορικής εταιρείας, ανάδραση από στελέχη και παρατήρηση της λειτουργίας του ενοποιημένου κέντρου επιχειρήσεων.

### 3.3.3.2 Αιτιολόγηση

- Ενώ η βιβλιογραφική ανασκόπηση και οι ευρείες παρατηρήσεις μπορούν να παρέχουν μια αρχική κατανόηση ενός τομέα, οι μελέτες περίπτωσης εισχωρούν σε βάθος. Η εστίαση στην Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines) επέτρεψε την εις βάθος κατανόηση των ιδιαιτεροτήτων του συστήματος διαχείρισης διαταραχών της.
- Συνάφεια με το πλαίσιο: Τα συστήματα δεν λειτουργούν στο κενό. Το γεωγραφικό, πολιτιστικό και επιχειρησιακό πλαίσιο της Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines) παίζει ρόλο στον τρόπο λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης διαταραχών της. Η προσέγγιση της μελέτης περίπτωσης διασφάλισε ότι αυτά τα πλαίσια όχι απλώς αναγνωρίστηκαν αλλά κατανοήθηκαν σε βάθος.
- Επιπτώσεις στον πραγματικό κόσμο και ανάδραση: Η χρήση μιας μελέτης περίπτωσης μιας υφιστάμενης αεροπορικής εταιρείας επέτρεψε την άμεση ανάδραση σχετικά με τις προτεινόμενες στρατηγικές ή παρεμβάσεις. Ο κυκλικός χαρακτήρας της εφαρμογής, της ανάδρασης και της βελτίωσης προσέθεσε επίπεδα εγκυρότητας στην έρευνα.
- Γεφύρωση θεωρίας και πρακτικής: Με τη θεμελίωση της θεωρητικής γνώσης και των γενικών παρατηρήσεων στο συγκεκριμένο πλαίσιο της Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines), η μέθοδος της μελέτης περίπτωσης διευκόλυνε την απρόσκοπτη ενσωμάτωση της θεωρίας και της πρακτικής. Αυτή η συγχώνευση διασφάλισε ότι τα αποτελέσματα της έρευνας δεν ήταν απλώς ακαδημαϊκά ορθά αλλά και πρακτικά εφαρμόσιμα.

Συνοψίζοντας, η διαπλοκή αυτών των μεθόδων προσέδωσε στην έρευνα ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση παρείχε τη θεωρητική σκαλωσιά, ενώ η μελέτη περίπτωσης την εμπλούτισε με εμπειρικό πλούτο. Αυτή η μεθοδολογία εξασφάλισε ότι οι προκύπτουσες ιδέες και συστάσεις ήταν τόσο ακαδημαϊκά ισχυρές όσο και πρακτικά εφαρμόσιμες.

## 3.4 Ηθικά ζητήματα

### 3.4.1 Γενικά

Καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της έρευνας, υπήρξε δέσμευση για την τήρηση των υψηλότερων δεοντολογικών προτύπων, τόσο κατά τη συλλογή όσο και κατά την επεξεργασία των δεδομένων. Δεδομένης της στενής συνεργασίας με την Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines), της ευαισθησίας του κλάδου και της φύσης των σχετικών δεδομένων, τηρήθηκαν οι ακόλουθες αρχές δεοντολογίας.

### 3.4.2 Εμπιστευτικότητα και ανωνυμία

#### 3.4.2.1 Χειρισμός δεδομένων

Τα εκτεταμένα δεδομένα που εξάγονται από τις δραστηριότητες της Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines), αν και κατά κύριο λόγο αριθμητικά, θα μπορούσαν να έχουν επιπτώσεις σε περίπτωση κακού χειρισμού. Ως εκ τούτου, θεσπίστηκαν αυστηρά μέτρα για τη διασφάλιση των δεδομένων αυτών, διασφαλίζοντας ότι παρέμειναν εμπιστευτικά και χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας. Η όποια επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων, πραγματοποιήθηκε υπό την εποπτεία στελέχους της εταιρείας.

#### 3.4.2.2 Προσωπικά στοιχεία

Κατά τη διάρκεια της φάσης παρατήρησης, πραγματοποιήθηκαν αλληλεπιδράσεις με διάφορα μέλη του προσωπικού του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center). Οι απόψεις, τα σχόλια ή οποιαδήποτε ποιοτική συνεισφορά τους ήταν ανώνυμα, διασφαλίζοντας ότι κανένα σχόλιο δεν θα μπορούσε να αποδοθεί άμεσα σε κάποιο άτομο.

### 3.4.3 Συναίνεση μετά από ενημέρωση

Πριν από την έναρξη της φάσης παρατήρησης και της συλλογής δεδομένων στην Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines), όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς ενημερώθηκαν για τους στόχους και το πεδίο εφαρμογής της έρευνας. Ζητήθηκε ρητά η έγκριση του προϊσταμένου του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center) και όλοι οι συντονιστές (Operations Controllers) (των οποίων η εργασία ήταν προς παρατήρηση) ήταν ενήμεροι και έδωσαν την συγκατάθεσή τους, διασφαλίζοντας ότι αισθάνονται άνετα με τις ερευνητικές δραστηριότητες και ότι κατανοούν τον σκοπό τους.

### 3.4.4 Σεβασμός της πνευματικής ιδιοκτησίας

#### 3.4.4.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Σε όλη τη φάση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, δόθηκε σχολαστική προσοχή στην απόδοση των κατάλληλων αναφορών στους συγγραφείς, τους ερευνητές και τις δημοσιεύσεις. Οποιοσδήποτε δανεικές ιδέες, θεωρίες ή μοντέλα αναφέρονταν καταλλήλως, σεβόμενοι τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας και την ακαδημαϊκή ακεραιότητα.

#### 3.4.4.2 Στοιχεία της εταιρείας

Παρόλο που τα δεδομένα της Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines) αποτέλεσαν κεντρικό στοιχείο της έρευνας, παραμένουν πνευματική ιδιοκτησία της αεροπορικής εταιρείας. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε άμεση αναπαραγωγή δεδομένων ή εσωτερικών διαδικασιών εντός της παρούσας έρευνας πραγματοποιήθηκε αποκρύπτοντας οτιδήποτε κρίθηκε απαραίτητο. Η τελική μορφή της παρούσας έρευνας έχει εγκριθεί ως προς το περιεχόμενο ευαίσθητων πληροφοριών από αρμόδια στελέχη της Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines).

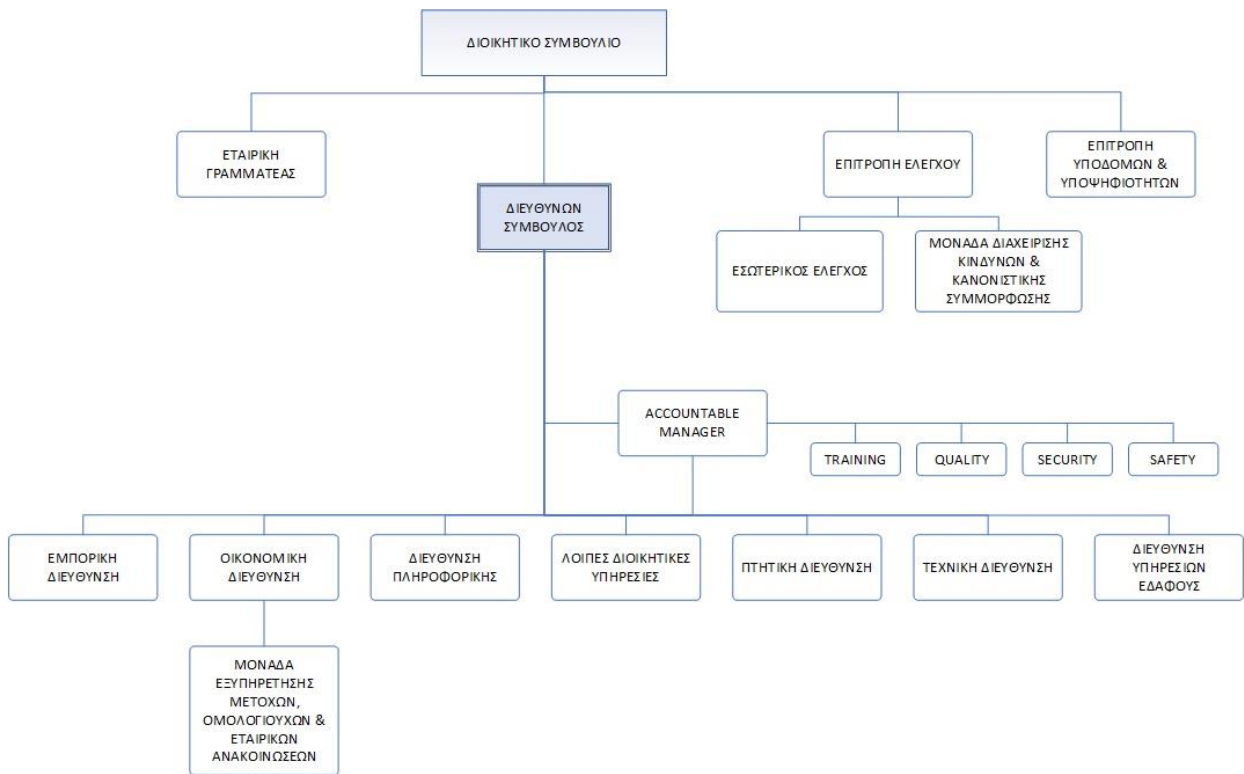
Στην ουσία, τα ηθικά ζητήματα ενίσχυσαν ένα πλαίσιο εμπιστοσύνης, διαφάνειας και σεβασμού μεταξύ του ερευνητή, της Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines) και της ευρύτερης

ακαδημαϊκής κοινότητας. Με την τήρηση αυτών των αρχών, η έρευνα εξασφάλισε ότι διεξήχθη με τρόπο που ήταν τόσο ηθικά ορθός όσο και επαγγελματικά αυστηρός.

## 4. Σύστημα Πολυκριτήριας Ανάλυσης Πτήσεων

### 4.1 Μελέτη περίπτωσης – Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines)

Η παρούσα έρευνα αφορά μελέτη περίπτωσης στην Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines). Η Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines) είναι η μεγαλύτερη ελληνική Αεροπορική εταιρεία της Ελλάδας και μέλος διεθνούς συμμαχίας μεταξύ 26 αεροπορικών εταιρειών. Από το 1999, που ιδρύθηκε, η εταιρεία προσφέρει αερομεταφορές επιβατών και εμπορευμάτων ενώ βραβεύεται συνεχώς από ευρωπαϊκούς και διεθνείς οργανισμούς για την ποιότητα των υπηρεσιών της. Ο στόλος της το 2023 αποτελείται από 77 αεροσκάφη. Το δίκτυο μεταφορών περιλαμβάνει 165 προορισμούς σε χώρες της Ευρώπης, της Αφρικής και της Μέσης Ανατολής (*Προφίλ / About Aegean n.d.*). Η εταιρεία στεγάζεται στην τεχνική βάση, στο κτίριο 57 του αεροδρομίου Ελευθέριος Βενιζέλος στην Αθήνα με δευτερεύουσες βάσεις σε Θεσσαλονίκη και Ηράκλειο (*Τεχνική Βάση / About Aegean n.d.*). Το οργανόγραμμα της εταιρείας φαίνεται στην Εικόνα 1.



**Εικόνα 1: Οργανόγραμμα Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines) (Εσωτερικός Κανονισμός Λειτουργίας - Περίληψη 2021).**

Για τις επιχειρησιακές της ανάγκες, η εταιρεία διαθέτει ενοποιημένο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Integrated Operations Control Center). Για λόγους προστασίας των δεδομένων της εταιρείας, η ακριβής δομή του ενοποιημένου κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Integrated

Operations Control Center) παραλείπεται. Σύμφωνα με τους Castro et al. (2014) βέβαια, σε ένα ενοποιημένο κέντρο ελέγχου αεροπορικής εταιρείας (Integrated Airline Operations Control Center) περιλαμβάνονται το κέντρο ελέγχου αεροσκαφών (Aircraft Control), η επιμελητεία πτήσεων (Flight Dispatch), το κέντρο ελέγχου πληρωμάτων (Crew Control), το κέντρο ελέγχου φροντίδας επιβατών (Customer Control) και κέντρο ελέγχου συντήρησης (Maintenance Control). Όλα τα τμήματα βρίσκονται στον ίδιο χώρο και υποστηρίζουν τους κεντρικούς συντονιστές του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Controllers). Αναγνώστες που ενδιαφέρονται για περισσότερες πληροφορίες ως προς τις επιμέρους αρμοδιότητες των τμημάτων ενός τυπικού ενοποιημένου κέντρου επιχειρήσεων αεροπορικής εταιρείας (Integrated Airline Operations Control Center), παραπέμπονται στη σχετική βιβλιογραφία (Castro & Oliveira 2011; Castro, Rocha & Oliveira 2014).

Η παρούσα έρευνα εστιάζει στην υποστήριξη λήψης αποφάσεων από τους κεντρικούς συντονιστές του ενοποιημένου κέντρου επιχειρήσεων (Integrated Operations Control Center), οι οποίοι έχουν ως βασική αρμοδιότητα την ενοποίηση όλων των δεδομένων από τα επιμέρους τμήματα με σκοπό την διαχείριση διαταραχών και την ανάθεση αεροσκάφους στην εκάστοτε πτήση.

Για επιχειρησιακούς λόγους, οι πτήσεις αναλύονται σε κύματα πτήσεων. Ορίζονται 4 κύματα πτήσεων ανά ημέρα, το πρωινό (02:00-07:00 Συντονισμένη Παγκόσμια Ώρα), το μεσημεριανό (07:00-14:00 Συντονισμένη Παγκόσμια Ώρα), το απογευματινό (14:00-19:00 Συντονισμένη Παγκόσμια Ώρα) και το νυκτερινό (19:00-02:00<sup>+1</sup> Συντονισμένη Παγκόσμια Ώρα).

## 4.2 Ανάπτυξη συστήματος

### 4.2.1 Γενικά

Όπως έγινε αντιληπτό και από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, η αποτελεσματική διαχείριση διαταραχών στον κλάδο των αερομεταφορών απαιτεί πολυδιάστατη προσέγγιση και ενσωμάτωση πολλών παραγόντων. Οποιοδήποτε σύστημα βέβαια πρέπει να έχει ως κοινό πρώτο βήμα την σύγκριση της κρισιμότητας των πτήσεων. Η παρούσα έρευνα παρουσιάζει ένα τέτοιο σύστημα πολυκριτήριας ανάλυσης πτήσεων με μελέτη περίπτωσης στην Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines).

### 4.2.2 Επιλογή μεθόδου πολυκριτήριας ανάλυσης

Αρχικό ζήτημα στην υλοποίηση του συστήματος είναι η επιλογή μεθόδου πολυκριτήριας ανάλυσης. Τα χαρακτηριστικά του προβλήματος που επηρεάζουν την επιλογή μεθόδου είναι τα εξής (Δούκας & Ψαρράς n.d.):

- Το είδος και πλήθος των εναλλακτικών προς αξιολόγηση
- Το είδος προβληματικής
- Το πλήθος των κριτηρίων
- Η δυνατότητα ορισμού όλων των ιδιοτήτων των κριτηρίων

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή οι εναλλακτικές είναι εκατοντάδες κάθε φορά και το σύνολο τους είναι διακριτό, η προβληματική που απαιτείται είναι αυτή της ολικής κατάταξης των εναλλακτικών και για τη δημιουργία συνεπούς οικογένειας κριτηρίων, όπως φαίνεται παρακάτω (4.2.4 Επιλογή κριτηρίων), ο απαιτούμενος αριθμός κριτηρίων είναι 11.

Οι μέθοδοι που ικανοποιούν τα παραπάνω είναι:

- Electre III
- Promethee II
- Topsis
- Vikor

Οι πρώτες δύο μέθοδοι βασίζονται στα σχεσιακά μοντέλα αποφάσεων και πραγματοποιούν διμερείς σχέσεις μεταξύ των εναλλακτικών για κάθε κριτήριο. Οι μέθοδοι αυτές απαιτούν από τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων τον ορισμό περισσότερων ιδιοτήτων για κάθε κριτήριο στη μορφή κατωφλιών και συναρτήσεων προτίμησης. Τελικά, η μεγάλη ασυμφωνία στη βιβλιογραφία που παρατηρήθηκε για τη μέθοδο Electre III αλλά και η αύξηση της πολυπλοκότητας του συστήματος που επιφέρουν οι περαιτέρω ιδιότητες των κριτηρίων, κατέστησαν τις δύο αυτές μεθόδους απορριπτές για την συγκεκριμένη εφαρμογή.

Οι δύο τελευταίες μέθοδοι βασίζονται στην απόσταση από κάποιο υποθετικό σημείο. Η Topsis κατατάσσει τις εναλλακτικές με βάση την ελάχιστη γεωμετρική απόσταση από της θετικής ιδεατή λύση και την μέγιστη από την αρνητική. Η μέθοδος Vikor αποτελεί παραλλαγή της προηγούμενης όμως λαμβάνει υπόψη μόνο την απόσταση από τη θετική ιδεατή λύση. Έτσι η Vikor φαίνεται να ταιριάζει σε πιο ριψοκίνδυνους ενώ η Topsis σε πιο επιφυλακτικούς [vikor reference]. Για την πρόσθετη ιδιότητα της σύγκρισης και με την αρνητική ιδεατή τιμή, η μέθοδος Topsis κρίθηκε προτιμητέα. Ακολουθεί συνοπτική παρουσίαση των βημάτων και εξισώσεων της μεθόδου (Ishizaka & Nemery 2013).

Ο πίνακας αποφάσεων αποτελείται από τις βαθμολογίες των εναλλακτικών.

$$A = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{1n} \\ x_{m1} & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Όπου  $A_i$ ,  $i= 1,2,\dots,m$  είναι οι εναλλακτικές,  $C_j$ ,  $j= 1,2,\dots,n$  είναι τα κριτήρια και  $x_{ij}$  είναι η επίδοση της εναλλακτικής  $A_i$  στο κριτήριο  $C_j$ .

Έπειτα ο πίνακας αποφάσεων κανονικοποιείται μέσω της διανεμητικής κανονικοποίησης.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

Έπειτα υπολογίζεται η σταθμισμένη κανονικοποιημένη αξία  $p_{ij} = w_j \cdot r_{ij}$ , όπου  $w_j$  είναι το βάρος του εκάστοτε κριτηρίου. Τα βάρη των κριτηρίων πρέπει να ικανοποιούν τον παρακάτω περιορισμό.

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$

Έπειτα υπολογίζεται η θετική και αρνητική ιδεατή λύση για κάθε κριτήριο.

$$P^+ = (p_1^+, \dots, p_j^+)$$

$$P^- = (p_1^-, \dots, p_j^-)$$

Όπου  $p_j^+ = \max(p_{ij})$  και  $p_j^- = \min(p_{ij})$  αν το κριτήριο είναι θετικής επίδρασης, ενώ είναι  $p_j^+ = \min(p_{ij})$  και  $p_j^- = \max(p_{ij})$  αν το κριτήριο είναι αρνητικής επίδρασης.

Έπειτα υπολογίζονται οι αποστάσεις κάθε εναλλακτικής από την θετική και αρνητική ιδεατή λύση αντίστοιχα.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_{ij} - p_j^+)^2}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_{ij} - p_j^-)^2}$$

Τέλος υπολογίζεται η σχετική εγγύτητα στην θετική ιδεατή λύση

$$RC_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

Η τελική κατάταξη είναι η φθίνουσα κατάταξη των εναλλακτικών ως προς τη σχετική εγγύτητα.

Παράδειγμα εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται στο Παράρτημα Ι.

### 4.2.3 Συλλογή δεδομένων

Η Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines) είναι μια εταιρεία η οποία δίνει μεγάλη έμφαση στον ψηφιακό μετασχηματισμό. Έτσι, ήταν διαθέσιμος μεγάλος όγκος και ποικιλία πρωτογενών δεδομένων τα οποία κάλυπταν τις ανάγκες της παρούσας έρευνας.

Για την αρχική παραμετροποίηση του μοντέλου υπήρχε διαθεσιμότητα σε ιστορικά στοιχεία 7.434 πτήσεων στο χρονικό διάστημα 1<sup>ης</sup> έως 17<sup>ης</sup> Αυγούστου. Το διάστημα δεν μπορούσε να διευρυνθεί καθώς δεν υπήρχαν καταγεγραμμένα δεδομένα για τις προτεραιότητες που προέκυπταν από την εμπειρική υπάρχουσα μέθοδο προσδιορισμού προτεραιοτήτων (βλ. 4.2.4). Δείγμα των πρωτογενών δεδομένων φαίνεται στην Εικόνα 2.



FlightDate	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
FlightDate	Departure	Actual	FlightNo	ActType	Registration	STD	STA	GroundTimeSchd	StandardGroundTime	LF	totalCpa	totalPax	totalActualPax	priority	outbound_conn_pax	conn_pax_rotations_flights	prn	pax_group1	pax_group2	profit_carry	StandardValueRoute	
04-Aug-2023			308					75	45	0.9398	5	162	167	0	0	0	0	22	15	0.9398		
13-Aug-2023			308					75	45	0.8966	12	144	156	0	62	14	4	29	7	0.8966		
01-Aug-2023			308					50	45	0.8453	0	81	81	0	0	0	3	15	2	0.8453		
13-Aug-2023			308					875	50	0.9234	3	190	193	0	2	1	1	33	8	0.9234		
01-Aug-2023			ATT					40	30	1	0	72	72	0	2	1	2	9	3	0.9994		
10-Aug-2023			ATT					30	30	0.9981	0	71	71	0	13	1	1	9	7	0.9981		
02-Aug-2023			308					40	50	0.9612	12	186	188	0	113	19	1	48	9	0.9612		
03-Aug-2023			308					90	50	0.7022	7	142	149	1	0	0	2	35	11	0.7022		
09-Aug-2023			308					40	45	0.8391	1	140	149	0	0	0	1	26	7	0.8391		
14-Aug-2023			308					160	50	0.8118	6	199	205	0	0	0	2	36	5	0.8118		
11-Aug-2023			308					45	45	0.8900	2	160	162	0	0	0	1	16	6	0.8900		
01-Aug-2023			308					55	50	0.8818	18	175	184	0	132	21	1	42	5	0.8818		
12-Aug-2023			308					70	50	0.9409	7	200	207	0	0	0	2	36	23	0.9409		
12-Aug-2023			ATT					115	50	0.8894	16	179	195	0	0	0	1	30	13	0.8894		
12-Aug-2023			308					25	30	0.9220	0	70	70	0	19	4	3	8	3	0.9220		
02-Aug-2023			308					65	45	0.8966	2	154	154	0	0	0	3	24	12	0.8966		
06-Aug-2023			308					220	45	0.8361	1	148	149	0	0	0	1	28	8	0.8361		
15-Aug-2023			308					50	45	0.8000	0	106	106	0	0	0	2	12	11	0.8000		
10-Aug-2023			308					80	45	0.9138	0	158	158	0	0	0	1	21	11	0.9138		
07-Aug-2023			308					65	45	0.8667	3	117	120	1	0	0	2	24	13	0.8667		
01-Aug-2023			308					50	50	0.9388	7	194	193	0	3	1	2	30	11	0.9388		
14-Aug-2023			308					50	45	0.9138	16	143	159	0	0	2	37	16	14	0.9138		
19-Aug-2023			308					55	50	0.8727	8	184	182	0	99	13	1	31	16	0.8727		
10-Aug-2023			308					45	45	0.8398	12	155	167	0	0	0	2	41	10	0.8398		
03-Aug-2023			308					100	50	0.8545	2	186	181	0	0	0	3	16	21	0.8545		
03-Aug-2023			308					85	50	0.8453	5	181	186	0	0	0	1	29	14	0.8453		
04-Aug-2023			ATT					245	30	1	0	72	72	1	0	0	5	12	6	0.9994		
05-Aug-2023			308					230	50	0.8727	11	181	182	0	177	25	3	28	17	0.8727		
13-Aug-2023			308					410	50	0.8727	12	202	214	0	0	0	1	47	12	0.8727		
15-Aug-2023			ATT					35	30	0.8333	0	60	60	0	0	0	3	5	3	0.8333		
05-Aug-2023			308					45	45	0.8202	0	130	130	0	0	0	4	6	11	0.8202		
17-Aug-2023			308					55	50	0.8818	9	185	194	0	14	2	1	44	14	0.8818		
02-Aug-2023			308					455	45	0.8988	10	153	163	0	89	16	1	30	16	0.8988		
07-Aug-2023			308					180	50	0.8786	6	132	148	0	0	0	1	10	34	0.8786		
03-Aug-2023			308					190	50	0.8727	11	191	192	0	127	21	2	30	14	0.8727		
01-Aug-2023			308					45	45	0.7529	0	131	131	0	0	0	1	20	3	0.7529		
15-Aug-2023			308					50	45	0.7034	4	133	137	0	0	0	1	16	11	0.7034		
12-Aug-2023			308					60	45	0.9253	10	151	161	0	0	0	2	34	5	0.9253		
14-Aug-2023			308					104	45	0.8988	0	167	167	0	0	0	3	18	16	0.8988		
10-Aug-2023			308					75	45	0.8988	0	154	154	0	0	0	1	4	24	17	0.8988	
08-Aug-2023			308					75	50	0.9138	2	189	191	1	12	4	4	18	4	0.9138		
15-Aug-2023			ATT					30	30	0.8066	0	58	58	1	0	0	3	6	3	0.8066		
12-Aug-2023			308					50	50	0.8394	4	260	266	0	1	1	1	24	17	0.8394		
06-Aug-2023			308					50	50	0.8544	4	172	178	1	0	0	1	18	16	0.8544		
08-Aug-2023			308					65	45	0.8184	5	131	136	0	0	0	3	25	15	0.8184		
17-Aug-2023			308					45	45	0.8996	11	156	167	0	0	0	1	27	5	0.8996		
06-Aug-2023			308					65	65	0.8993	13	138	153	0	73	19	1	26	9	0.8993		
05-Aug-2023			308					95	45	0.8460	0	95	95	0	0	0	5	13	3	0.8460		
05-Aug-2023			308					125	45	0.8433	0	74	74	1	0	0	1	10	6	0.8433		

Εικόνα 2: Δείγμα πρωτογενών δεδομένων (Πληροφορίες αναγνώρισης πτήσης αποκρύπτονται).

Τα πρωτογενή δεδομένα μέσω απλών υπολογισμών μετασχηματίζονται στον πίνακα αποφάσεων των κριτηρίων. Περισσότερες πληροφορίες επί των υπολογισμών αποκρύπτονται για λόγους προστασίας των δεδομένων της εταιρείας. Δείγμα του πίνακα αποφάσεων φαίνεται στην Εικόνα 3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
flightid	athens	priority	profit_score	StandardValueRoute	pax_group2	outbound_conn_pax	prn	pax_group1	LF	Op_hit_slack	ac_rotation_flights	crew_rotation_flights	conn_pax_rotation_flights	wave_id
119	0	0	0.7602	1	33	0	2	13	0.9333	NaN	5	0	0	0
392	1	0	0.2607	0	12	0	1	5	1	NaN	5	0	0	2
32	0	0	0.9278	1	25	115	1	4	16	0.9045	NaN	0	0	15
163	1	0	0.6330	0	20	0	1	9	0.9713	NaN	1	0	0	2
369	0	0	0.2979	0	12	18	1	0	1	NaN	0	0	0	6
149	1	0	0.6475	0	25	0	1	11	0.6889	NaN	3	0	0	2
261	1	0	0.4737	0	4	0	2	3	0.5248	NaN	1	0	0	0
330	0	0	0.3530	0	4	19	3	5	0.8125	NaN	0	0	0	7
227	1	0	0.5356	0	29	0	2	12	0.9515	NaN	1	0	0	0
374	0	0	0.2843	0	42	92	1	11	0.9598	NaN	2	4	25	2
220	0	0	0.5503	0	39	65	3	7	0.9080	NaN	0	0	0	24
141	0	0	0.7187	1	35	84	2	4	0.9655	NaN	0	3	20	2
94	0	0	0.8184	1	49	93	1	5	0.9660	NaN	0	0	0	19
413	0	0	0.2358	0	28	82	1	8	0.8908	NaN	2	2	17	2
317	1	0	0.3759	0	9	0	1	7	0.9661	NaN	5	0	0	0
56	0	0	0.8914	1	11	0	4	1	1	NaN	0	4	0	2
108	0	0	0.7809	1	23	78	2	15	0.9425	NaN	0	0	0	13
325	0	0	0.3657	0	33	42	1	12	0.8218	NaN	4	0	0	14
371	1	0	0.2896	0	5	0	1	3	0.9028	NaN	1	0	0	0
263	0	0	0.4724	0	6	32	2	7	0.9583	NaN	4	0	0	11
284	0	0	0.4304	0	5	33	3	5	0.9306	NaN	0	2	0	12
77	0	0	0.8546	1	14	0	4	7	0.8621	NaN	1	0	0	0
320	1	0	0.3743	0	32	2	4	14	0.9483	NaN	3	0	0	1
23														

#### 4.2.4 Επιλογή κριτηρίων

Η Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines) είχε ήδη μια εσωτερική εμπειρική μέθοδο προσδιορισμού προτεραιοτήτων για κάθε κύμα πτήσεων για ένα συγκεκριμένο αεροδρόμιο. Η τελική επιλογή των κριτηρίων ήταν μια ανάλυση των υπάρχοντων κριτηρίων με μεγαλύτερη σαφήνεια για να μπορούν να αποτυπωθούν από αντικειμενικά αριθμητικά στοιχεία της κάθε πτήσης και έτσι να δημιουργηθεί μια συνεπής οικογένεια κριτηρίων (Δούκας & Ψαρράς n.d.).

Τα κριτήρια ταξινομήθηκαν σε τρεις κατηγορίες οι οποίες διευκόλυναν στην ανάθεση των βαρών. Τα επιλεγέντα κριτήρια και οι κατηγορίες τους είναι:

- Εμπορικό
  - i. Συντελεστής κερδοφορίας
  - ii. Τυπικός πολύτιμος προορισμός
- Επιβάτες
  - iii. Διακεκριμένοι επιβάτες
  - iv. Επιβάτες με ανταπόκριση
  - v. Επιβάτες με περιορισμένη κινητικότητα
  - vi. Οικογένειες με μικρά παιδιά
  - vii. Πληρότητα θέσεων
- Επιχειρησιακά
  - viii. Μεταγενέστερες πτήσεις με επιβάτες ανταπόκρισης
  - ix. Μεταγενέστερες πτήσεις με οριακό χρόνο εναλλαγής αεροσκάφους
  - x. Μεταγενέστερες πτήσεις με οριακό χρόνο εναλλαγής πληρώματος
  - xi. Χρόνος έως την αστοχία επιχειρησιακών απαιτήσεων

Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά τα κριτήρια και το αριθμητικό εύρος του καθενός.

##### 4.2.4.1 Συντελεστής κερδοφορίας

Το κριτήριο συντελεστής κερδοφορίας είναι μια βαθμολογία της εκάστοτε πτήσης βάσει ιστορικών δεδομένων. Περισσότερες πληροφορίες αποκρύπτονται για λόγους προστασίας των δεδομένων της εταιρείας.

- Αριθμητικό εύρος: 0-1.

##### 4.2.4.2 Τυπικός πολύτιμος προορισμός

Το κριτήριο τυπικός πολύτιμος προορισμός είναι απόφαση της εταιρείας να θέσει ορισμένους προορισμούς ως πολύτιμους για εμπορικούς σκοπούς. Περισσότερες πληροφορίες αποκρύπτονται για λόγους προστασίας των δεδομένων της εταιρείας.

- Αριθμητικό εύρος: (Λογική τιμή) 0 ή 1.

#### 4.2.4.3 Διακεκριμένοι επιβάτες

Το κριτήριο διακεκριμένοι επιβάτες είναι το άθροισμα των επιβατών διακεκριμένης θέσης, των επιβατών με χρυσή κάρτα επιβράβευσης και των πολύ σημαντικών προσώπων.

- Αριθμητικό εύρος: 0-[Χωρητικότητα της πτήσης].

#### 4.2.4.4 Επιβάτες με ανταπόκριση

Το κριτήριο επιβάτες με ανταπόκριση είναι το πλήθος των επιβατών που μετά από την πτήση που επιβαίνουν, συνεχίζουν το ταξίδι τους με κάποια άλλη πτήση της εταιρείας.

- Αριθμητικό εύρος: 0-[Χωρητικότητα της πτήσης].

#### 4.2.4.5 Επιβάτες με περιορισμένη κινητικότητα

Το κριτήριο επιβάτες με περιορισμένη κινητικότητα είναι το πλήθος των επιβατών που χρήζουν ειδικής μεταχείρισης λόγω περιορισμένης κινητικότητας.

- Αριθμητικό εύρος: 0-[Χωρητικότητα της πτήσης].

#### 4.2.4.6 Οικογένειες με μικρά παιδιά

Το κριτήριο οικογένειες με μικρά παιδιά είναι το πλήθος των επιβατών που επιβαίνουν ως οικογένειες με μικρά παιδιά.

- Αριθμητικό εύρος: 0-[Χωρητικότητα της πτήσης].

#### 4.2.4.7 Πληρότητα θέσεων

Το κριτήριο πληρότητα θέσεων είναι το ποσοστό των κατειλημμένων προς τις διαθέσιμες θέσεις του αεροσκάφους.

- Αριθμητικό εύρος: 0-1.

#### 4.2.4.8 Χρόνος έως την αστοχία επιχειρησιακών απαιτήσεων

Το κριτήριο χρόνος έως την αστοχία επιχειρησιακών απαιτήσεων είναι ο μέγιστος χρόνος, σε λεπτά, που μπορεί να καθυστερήσει μια πτήση πριν προκύψει αστοχία επιχειρησιακής απαίτησης. Επιχειρησιακές απαιτήσεις θεωρούνται όλοι οι περιορισμοί οι οποίοι αν δεν τηρηθούν θα οδηγήσουν σε ακύρωση πτήσης ή πολύωρη καθυστέρηση. Τέτοιοι περιορισμοί λαμβάνονται υπόψιν όταν ο χρόνος είναι κάτω των 12 ωρών. Παραδείγματα επιχειρησιακών απαιτήσεων είναι:

- Απαγόρευση προσγείωσης απογείωσης μετά τη δύση του ηλίου

- Προγραμματισμένη ώρα αναχώρησης λόγω περιορισμών στην εναέρια κυκλοφορία
- Προγραμματισμένη συντήρηση αεροσκάφους

Περισσότερες πληροφορίες αποκρύπτονται για λόγους προστασίας των δεδομένων της εταιρείας.

- Αριθμητικό εύρος: 0-720.

#### 4.2.4.9 Μεταγενέστερες πτήσεις με οριακό χρόνο εναλλαγής αεροσκάφους

Το κριτήριο μεταγενέστερες πτήσεις με οριακό χρόνο εναλλαγής αεροσκάφους είναι το πλήθος των μεταγενέστερων πτήσεων που θα γίνουν με το ίδιο αεροσκάφος και έχουν οριακό χρόνο εναλλαγής. Χρόνος εναλλαγής αεροσκάφους είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ της ώρας άφιξης μιας πτήσης και της ώρας αναχώρησης της επόμενης με το ίδιο αεροσκάφος. Οριακός θεωρήθηκε αν η διαφορά του προγραμματισμένου χρόνου εναλλαγής με τον προκαθορισμένο χρόνο εναλλαγής ανά τύπο αεροσκάφους δεν υπερέβαινε τα 15 λεπτά.

- Αριθμητικό εύρος: 0-[Πλήθος πτήσεων σε ένα αεροσκάφος ανά ημέρα].

#### 4.2.4.10 Μεταγενέστερες πτήσεις με οριακό χρόνο εναλλαγής πληρώματος

Το κριτήριο μεταγενέστερες πτήσεις με οριακό χρόνο εναλλαγής πληρώματος είναι το πλήθος των μεταγενέστερων πτήσεων που θα γίνουν με το ίδιο πλήρωμα και έχουν οριακό χρόνο εναλλαγής. Χρόνος εναλλαγής πληρώματος είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ της ώρας άφιξης μιας πτήσης και της ώρας αναχώρησης της επόμενης με το ίδιο πλήρωμα. Οριακός θεωρήθηκε αν ο προγραμματισμένος χρόνος εναλλαγής δεν υπερέβαινε τα 60 λεπτά.

Αριθμητικό εύρος: 0-[Πλήθος πτήσεων με το ίδιο μέλος πληρώματος ανά ημέρα].

#### 4.2.4.11 Μεταγενέστερες πτήσεις με επιβάτες ανταπόκρισης

Το κριτήριο μεταγενέστερες πτήσεις με επιβάτες ανταπόκρισης είναι το πλήθος των μεταγενέστερων πτήσεων που θα γίνουν με επιβάτες ανταπόκρισης από μία πτήση.

Για παράδειγμα, αν η πτήση με αριθμό 1000 έχει 20 επιβάτες ανταπόκρισης οι οποίοι μετά θα επιβιβάστούν: 10 επιβάτες για την πτήση με αριθμό 1001, 5 για την πτήση με αριθμό 1002 και 5 για την πτήση με αριθμό 1003. Ο αριθμός των μεταγενέστερων πτήσεων με επιβάτες ανταπόκρισης είναι 3.

- Αριθμητικό εύρος: 0-[Πλήθος πτήσεων με επιβάτες ανταπόκρισης ανά ημέρα].

#### 4.2.5 Ανάθεση βαρών κριτηρίων

Η ανάθεση των βαρών των κριτηρίων έγινε σε δύο στάδια. Αρχικά, μέσω προσομοίωσης επιλέχθηκαν τιμές των βαρών με τις οποίες προσεγγιζόταν καλύτερα η λίστα των προτεραιοτήτων όπως προέκυπτε από την εμπειρική υπάρχουσα μέθοδο προσδιορισμού προτεραιοτήτων. Η οριστικοποίηση των βαρών έγινε μετά από ανάδραση στελεχών της εταιρείας ώστε να επιτευχθεί και η βέλτιστη δυνατή αποτύπωση των αξιών της εταιρείας στην κατάταξη των πτήσεων.

Για την ευκολότερη και πιο αντικειμενική σύγκριση των κριτηρίων έγινε ταξινόμηση τους σε 3 κατηγορίες.

- Εμπορικό
- Επιβάτες
- Επιχειρησιακά

Αυτό έγινε διότι έτσι μπορούσε κάθε αντίστοιχο τμήμα της εταιρείας να αξιολογήσει και να δώσει ανάδραση για τα κριτήρια που έγκειται στις αρμοδιότητές του. Έπειτα, πιο υψηλόβαθμα στελέχη μπορούσαν να αξιολογήσουν και να δώσουν ανάδραση για τα βάρη των κατηγοριών.

Τα τελικά βάρη των κριτηρίων είναι το γινόμενο του βάρους του εκάστοτε κριτηρίου όπως προέκυψε από τα αντίστοιχα τμήματα επί το βάρος της κατηγορίας στην οποία ανήκει.

Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα για την ανάθεση των βαρών των κριτηρίων.

##### 4.2.5.1 Αρχική προσδιορισμός κριτηρίων

Για την κατά το δυνατόν καλύτερη και αντικειμενικότερη αρχική ανάθεση των βαρών των κριτηρίων, αξιοποιήθηκαν τα αποτελέσματα από την εμπειρική υπάρχουσα μέθοδο προσδιορισμού προτεραιοτήτων (βλ. 4.2.4) κατά την οποία προκύπτει μια λίστα με πτήσεις που αναχωρούν από το αεροδρόμιο της Αθήνας και κρίνονται ως οι πιο κρίσιμες και το πρόγραμμα της ημέρας. Η λίστα αυτή βγαίνει τέσσερις φορές την ημέρα, μία για κάθε κύμα πτήσεων. Μέσω προσομοίωσης της μεθόδου Topsis για διάφορες τυχαίες τιμές κριτηρίων, επιλέχθηκαν οι τιμές των βαρών που κατέτασαν υψηλότερα κατά μέσο όρο τις υπάρχουσες προτεραιότητες. Η προσομοίωση έγινε με τυχαία, ομοιόμορφη επιλογή των βαρών και δοκιμή 2000 εναλλακτικών τιμών των βαρών. Κάθε εναλλακτική χρησιμοποιείται για να κατατάξει τις πτήσεις όλων διαθέσιμων κυμάτων πτήσεων (68). Οι εναλλακτικές αξιολογήθηκαν ως προς τον μέσο όρο των παρακάτω μετρικών:

- Διάμεσος της κατάταξης των προτεραιοτήτων
- Μέσος όρος της κατάταξης των προτεραιοτήτων
- Υψηλότερη κατάταξη προτεραιοτήτων
- Χαμηλότερη κατάταξη προτεραιοτήτων

Παρακάτω παρουσιάζεται παράδειγμα εφαρμογής μίας αρχικής εναλλακτικής με ίσα βάρη μεταξύ κριτηρίων.

### Βήμα 1: Φόρτωμα πίνακα δεδομένων.

Αποτέλεσμα είναι ο πίνακας με τις τιμές των κριτηρίων για όλες τις πτήσεις από 1<sup>η</sup> έως και 17<sup>η</sup> Αυγούστου (Εικόνα 3).

### Βήμα 2: Ανάθεση τιμών των βαρών των κριτηρίων.

Αποτέλεσμα είναι πίνακας με τις τιμές των βαρών των κριτηρίων (Εικόνα 4).

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
profit_score	StandardValuableRoute	pax_group2	outbound_conn_pax	prn	pax_group1	LF	Op_hit_slack	ac_rotation_flights	crew_rotation_flights	conn_pax_rotation_flights
0.0909		0.0909		0.0909		0.0909	0.0909		0.0909	0.0909

Εικόνα 4: Πίνακας βαρών κριτηρίων (για το σενάριο ίσων βαρών ανά κριτήριο).

### Βήμα 3: Ορισμός κυμάτων πτήσεων.

Αποτέλεσμα είναι μία νέα στήλη στον πίνακα δεδομένων με το αναγνωριστικό του κύματος στο οποίο ανήκει η εκάστοτε πτήση.

### Βήμα 4: Κατάταξη κατά TOPSIS του πρώτου κύματος πτήσεων.

Στο πλαίσιο της προσομοίωσης η κατάταξη του εκάστοτε κύματος γίνεται μόνο για τις πτήσεις που λαμβάνονται υπόψη και στην εμπειρική υπάρχουσα μέθοδο προσδιορισμού προτεραιοτήτων ώστε να μπορεί να εξεταστεί η σύγκλιση με αυτήν. Αποτέλεσμα είναι πίνακας με την κατάταξη των πτήσεων του πρώτου κύματος σύμφωνα με τη μέθοδο TOPSIS. Στον ίδιο πίνακα, σε ξεχωριστή στήλη φαίνεται και αν μια πτήση είχε ορισθεί ως προτεραιότητα από την εμπειρική υπάρχουσα μέθοδο προσδιορισμού προτεραιοτήτων (Εικόνα 5). Ο ορισμός της πτήσης ως προτεραιότητα από την εμπειρική υπάρχουσα μέθοδο προσδιορισμού προτεραιοτήτων έχει δυαδική μορφή. Μία πτήση έχει ή δεν έχει οριστεί ως προτεραιότητα και αυτό φαίνεται με λογική τιμή 0 ή 1 στον πίνακα.

1 flightid	2 rank_tospis	3 priority
115	1	0
64	2	0
145	3	0
419	4	0
82	5	1
125	6	1
199	7	0
91	8	1
51	9	1
69	10	1
200	11	0
308	12	0
40	13	1
129	14	1
320	15	0
279	16	0
384	17	0
114	18	0
117	19	0
171	20	0
153	21	0
185	22	0
210	23	0
317	24	0
52	25	1
392	26	0

**Εικόνα 5:** Δείγμα της κατάταξης του πρώτου κύματος.

#### **Βήμα 5: Υπολογισμός μετρικών για το πρώτο κύμα.**

Για το συγκεκριμένο κύμα πτήσεων υπήρχαν 9 πτήσεις που είχαν ορισθεί ως προτεραιότητες από την εμπειρική υπάρχουσα μέθοδο προσδιορισμού προτεραιοτήτων. Αυτές οι πτήσεις κατατάχθηκαν στο βήμα 4 στις θέσεις 5, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 25 και 28. Οι μετρικές για το κύμα είναι ο μέσος όρος, η διάμεσος, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή αυτών των κατατάξεων. Αποτέλεσμα είναι οι μετρικές του πρώτου κύματος (Πίνακας 2).

**Πίνακας 2: Αποτελέσματα μετρικών πρώτου κύματος με ίσα βάρη.**

Μετρική	Αποτέλεσμα
Υψηλότερη κατάταξη των προτεραιοτήτων	5
Διάμεσος της κατάταξης των προτεραιοτήτων	10
Μέσος όρος της κατάταξης των προτεραιοτήτων	13,1
Χαμηλότερη κατάταξη των προτεραιοτήτων	28

**Βήμα 6: Επανάληψη κατάταξης και υπολογισμού μετρικών για όλα τα κύματα πτήσεων.**

Αποτέλεσμα είναι πίνακας με τα αποτελέσματα των μετρικών για κάθε κύμα πτήσεων (Εικόνα 6).

5	6	7	8
topsis_2_priority_median	topsis_2_priority_average	topsis_2_priority_top_ranking	topsis_2_priority_lowest_ranking
17	15.2222	3	27
13.5000	21.3333	5	48
17.5000	17.5000	14	21
0	0	0	0
17	20.3636	3	45
9	12.6364	1	34
21.5000	21.5000	16	27
0	0	0	0
22.5000	22.4167	2	43
17	20	1	41
0	0	0	0
0	0	0	0
21	23.1818	5	45
12	16.0833	1	48
0	0	0	0
0	0	0	0
28	26	14	35
19	19.8462	3	38
0	0	0	0
0	0	0	0
18	20.8333	2	47
15	18.3333	2	48
11	13.8571	4	30
0	0	0	0
0	0	0	0
26	26.6667	8	47
12.5000	16.5000	11	30
0	0	0	0
14	23.4286	4	46
11	15.6250	2	38
0	0	0	0
0	0	0	0
19	19	3	35
16	18.1429	1	49
0	0	0	0
-	-	-	-

**Εικόνα 6: Δείγμα πίνακα αποτελεσμάτων μετρικών για όλα τα κύματα πτήσεων.**



**Βήμα 7: Υπολογισμός τελικών μετρικών για τις τιμές βαρών των κριτηρίων.**

Ο υπολογισμός του μέσου όρου ανά στήλη των στοιχείων που δείχνει η Εικόνα 6 αποτελούν τις τελικές μετρικές με τις οποίες αξιολογείται το συγκεκριμένο σύνολο των βαρών των κριτηρίων (Πίνακας 3).

**Πίνακας 3: Αποτελέσματα μετρικών για το σύνολο βαρών με ίσα βάρη ανά κριτήριο.**

Μετρική	Αποτέλεσμα
Μέσος όρος του μέσου όρου της κατάταξης των προτεραιοτήτων	17,18
Μέσος όρος της υψηλότερης κατάταξης των προτεραιοτήτων	4,66
Μέσος όρος της διαμέσου της κατάταξης των προτεραιοτήτων	15,68
Μέσος όρος της χαμηλότερης κατάταξης των προτεραιοτήτων	33,88

Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται 2000 φορές με τυχαίο σύνολο βαρών κάθε φορά και προκύπτει τελικός πίνακας με τα αποτελέσματα των μετρικών για κάθε σύνολο βαρών. Δείγμα του πίνακα φαίνεται στην Εικόνα 7.

5	6	7	8
12.1341	12.3758	3.6341	23.1951
13.1951	13.1385	4.0976	22.4878
12.6098	13.1757	4.4634	23.3415
13.2927	13.8759	4.3171	24.1463
13.3902	13.8866	4.9512	23.7073
12.4756	12.7931	4.2439	21.8293
11.5610	12.4629	4.4146	21.9024
12.1341	12.0639	4.4146	20.5122
12.3171	12.5517	3.9512	21.4390
12.8049	12.9933	4.2195	22.0244
13.2073	12.9339	4.4146	21.0244
12.4512	12.8792	4.6098	21.6829
12.0732	11.9911	3.8293	20.1951
12.4268	13.4459	4.8780	22.8537
11.8293	11.7665	4.2439	19.6585
14	13.9643	4.4390	23.6341
13.6707	13.8729	4.5366	23.7805
12.0854	12.1315	4.4146	20.2683
12.6220	12.8684	4.1220	21.5122
12.5976	12.9762	4.6585	22.2439
14.3171	13.3189	4.6098	20.9512
11.1220	11.7821	4.3171	20
11.7927	12.2505	4.2927	20.6585
11.9756	12.2051	4.1951	21.4390
12.9268	12.7850	4.4878	20.4390
12.2439	12.4156	4.3415	21.2195
13.9024	13.4686	4.3171	21.9512
12.5366	13.2741	5.1463	22.3171
11.5732	12.3741	4.1707	21.8537
11.9146	12.7540	4.8780	21.2195

**Εικόνα 7: Δείγμα αποτελεσμάτων μετρικών για κάθε σύνολο τυχαίων βαρών κριτηρίων.**

Όσο μικρότερη τιμή έχει ένα σύνολο βαρών σε μία μετρική, τόσο καλύτερη απόδοση έχει σε αυτή τη μετρική. Αυτό συμβαίνει καθώς όσο μικρότερη τιμή έχει ένα σύνολο βαρών σε μία μετρική, τόσο καλύτερη σύγκλιση επιτυγχάνεται με την εμπειρική υπάρχουσα μέθοδο προσδιορισμού προτεραιοτήτων.

Ύστερα από ανάδραση στελεχών της επιχείρησης, αποφασίστηκε πως η επιλεγείσα εναλλακτική θα είναι αυτή με την καλύτερη απόδοση στην μετρική «Μέσος όρος της χαμηλότερης κατάταξης των προτεραιοτήτων». Τα χαρακτηριστικά της επιλεγείσας εναλλακτικής του συνόλου βαρών καθώς και οι τιμές των βαρών δείχνει ο Πίνακας 4 και ο Πίνακας 5 αντίστοιχα.

Για λόγους εμπιστευτικότητας τα ονόματα των βαρών στους πίνακες ανάθεσης κριτηρίων αποκρύπτονται. Επίσης για λόγους εμπιστευτικότητας, η ονομασία δεν τηρείται από πίνακα σε πίνακα. Για παράδειγμα, το Κριτήριο 1 που δείχνει ο Πίνακας 5 δεν αντιστοιχεί απαραίτητα στο Κριτήριο 1 που δείχνει ο πίνακας Πίνακας 10.

**Πίνακας 4: Αποτελέσματα μετρικών βέλτιστης λύσης αρχικής ανάθεσης βαρών κριτηρίων.**

Μετρική	Αποτέλεσμα
Μέσος όρος της διαμέσου της κατάταξης των προτεραιοτήτων	11,24
Μέσος όρος της υψηλότερης κατάταξης των προτεραιοτήτων	3,58
Μέσος όρος της χαμηλότερης κατάταξης των προτεραιοτήτων	17,76
Μέσος όρος του μέσου όρου της κατάταξης των προτεραιοτήτων	10,83

**Πίνακας 5: Βάρη κριτηρίων από αρχική ανάθεση.**

Κριτήριο	Αρχικό βάρος
Κριτήριο 1	0,191
Κριτήριο 2	0,172
Κριτήριο 3	0,123
Κριτήριο 4	0,122
Κριτήριο 5	0,114
Κριτήριο 6	0,082
Κριτήριο 7	0,063
Κριτήριο 8	0,060
Κριτήριο 9	0,055
Κριτήριο 10	0,014
Κριτήριο 11	0,004

#### 4.2.5.2 Ανάδραση από στελέχη της εταιρείας – Επαλήθευση βαρών κριτηρίων

Οι αρχικές τιμές των βαρών όπως προέκυψαν από την προσομοίωση έδωσαν τη δυνατότητα για εξατομικευμένες συζητήσεις πάνω σε συγκεκριμένες πτήσεις για την καλύτερη δυνατή παραμετροποίηση του συστήματος.

Για λόγους εμπιστευτικότητας, λεπτομέρειες επί της διαδικασίας παραλείπονται.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, για την διευκόλυνση της ανάλυσης αλλά και την καλύτερη δυνατή άντληση πληροφοριών, τα κριτήρια χωρίστηκαν σε κατηγορίες. Ο Πίνακας 6, Πίνακας 7 και Πίνακας 8 αντίστοιχα δείχνει τα βάρη των κριτηρίων ανά κατηγορία. Αξίζει να σημειωθεί για να προκύπτει σωστό αποτέλεσμα πρέπει πάντα το άθροισμα των βαρών των επιμέρους κατηγοριών πριν τον τελικό πολλαπλασιασμό, να είναι ίσο με 1.

**Πίνακας 6: Τελικά βάρη κριτηρίων εμπορικής κατηγορίας.**

Κριτήριο	Βάρος κριτηρίου
Κριτήριο 1	0,530
Κριτήριο 2	0,470

**Πίνακας 7: Τελικά βάρη κριτηρίων κατηγορίας επιβατών.**

Κριτήριο	Βάρος κριτηρίου
Κριτήριο 3	0,300
Κριτήριο 4	0,250
Κριτήριο 5	0,175
Κριτήριο 6	0,150
Κριτήριο 7	0,125

**Πίνακας 8: Τελικά βάρη κριτηρίων επιχειρησιακής κατηγορίας.**

Κριτήριο	Βάρος κριτηρίου
Κριτήριο 8	0,530
Κριτήριο 9	0,180
Κριτήριο 10	0,145
Κριτήριο 11	0,145

Τα βάρη των κατηγοριών δείχνει ο Πίνακας 9.

**Πίνακας 9: Βάρη κατηγοριών κριτηρίων.**

Κατηγορία	Βάρος κριτηρίου
Κατηγορία 1	0,375
Κατηγορία 2	0,375
Κατηγορία 3	0,250

Τα τελικά βάρη των κριτηρίων είναι το γινόμενο του εκάστοτε βάρους κριτηρίου με το βάρος της κατηγορίας που αντιστοιχεί (Πίνακας 10).

**Πίνακας 10: Τελικά βάρη κριτηρίων.**

Κριτήριο	Τελικά βάρη
Κριτήριο 1	0,200
Κριτήριο 2	0,200
Κριτήριο 3	0,175
Κριτήριο 4	0,075
Κριτήριο 5	0,066
Κριτήριο 6	0,062
Κριτήριο 7	0,054
Κριτήριο 8	0,054
Κριτήριο 9	0,044
Κριτήριο 10	0,038
Κριτήριο 11	0,032

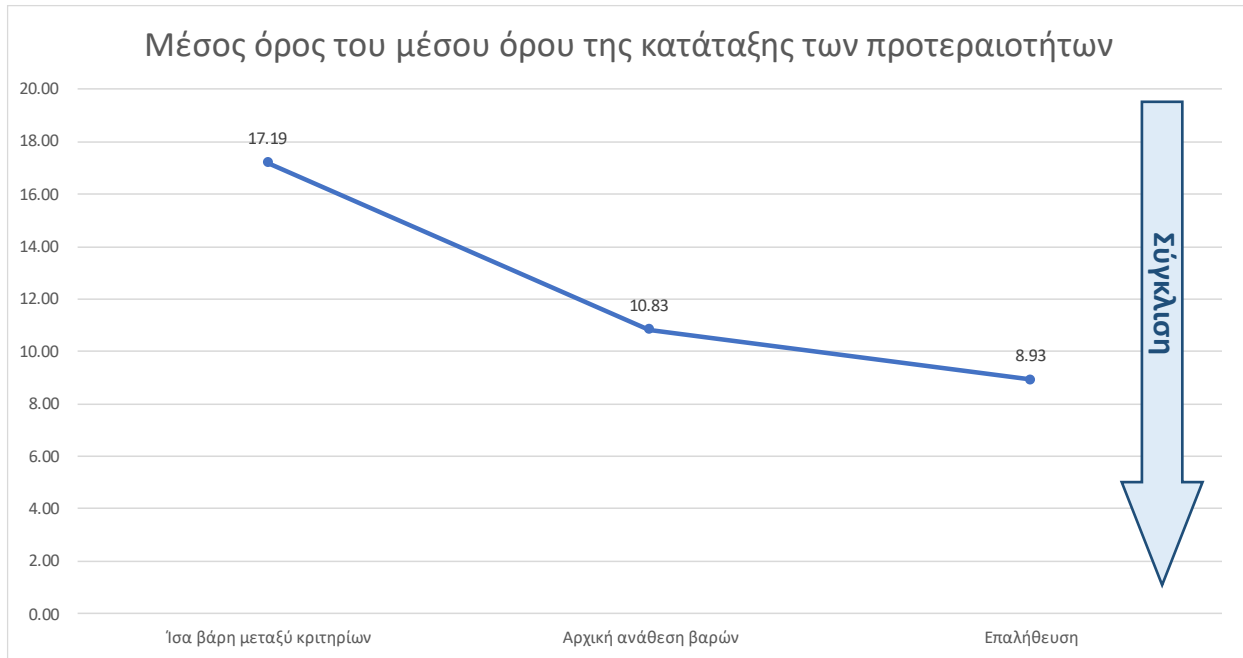
#### 4.2.6 Εφαρμογή μεθόδου - Αποτελέσματα

Το τελικό σύστημα πολυκριτήριας ανάλυσης των πτήσεων προσφέρει τη δυνατότητα αντικειμενικότερης και ευκολότερης σύγκρισης σεναρίων από τους συντονιστές του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Controllers) μέσω της κατάταξης των πτήσεων. Στην παρούσα παραμετροποίηση έχει σχεδιαστεί να υπολογίζει την κατάταξη όλων των πτήσεων αν κύμα σε καθημερινή βάση καθώς αυτό υποστηρίζει καλύτερα το αυξημένο φόρτο εργασίας κατά τους θερινούς μήνες. Δείγμα της κατάταξης για το πρωινό κύμα της 3<sup>ης</sup> Αυγούστου δείχνει ο Πίνακας 11.

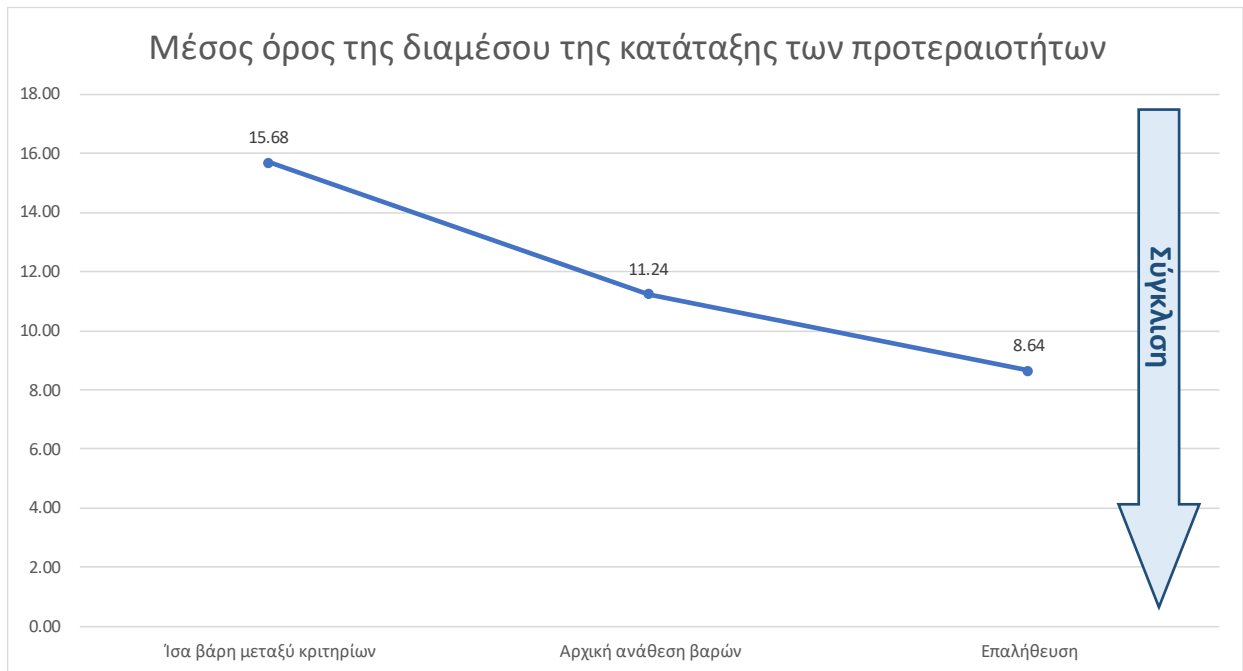
**Πίνακας 11: Δείγμα κατάταξης πτήσεων. Πρωινό κύμα 3<sup>ης</sup> Αυγούστου.**

Θέση κατάταξης	Πτήση
1	1200
2	1321
3	1052
4	1096
5	1167
6	1301
...	...
53	1145

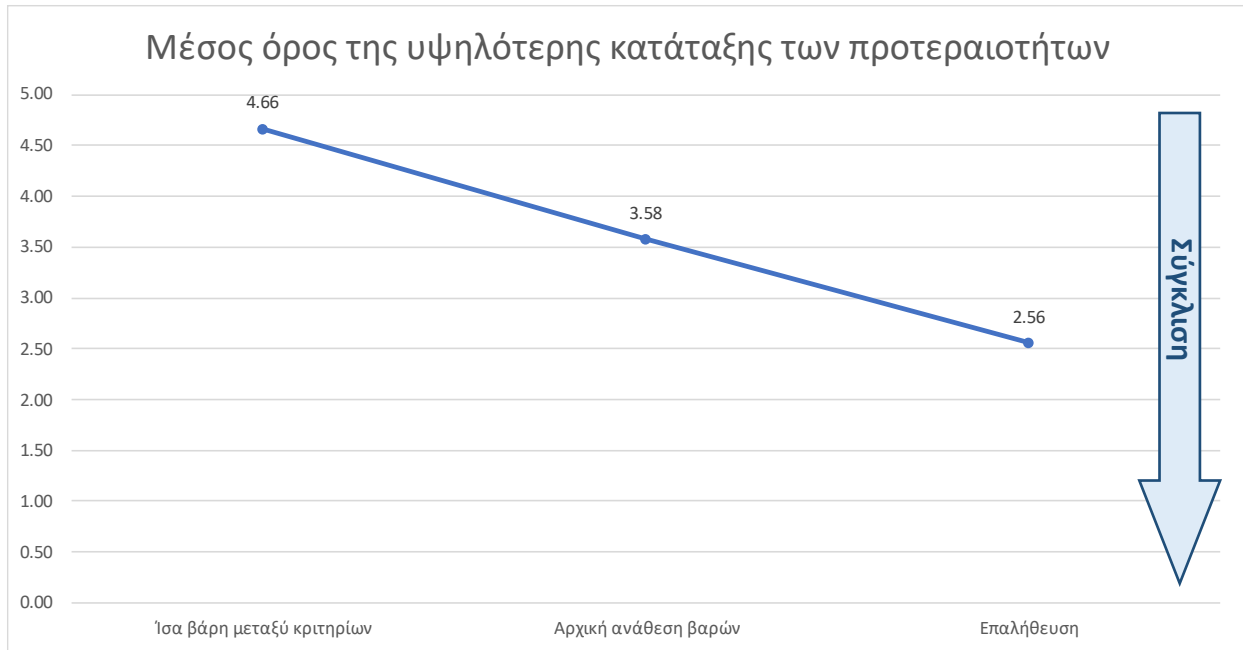
Η σύγκριση των μετρικών μεταξύ του συνόλου ίσων βαρών, του συνόλου βαρών της βέλτιστης λύσης που προέκυψε από την προσομοίωση και των τελικών βαρών φαίνονται στο Σχήμα 1, στο Σχήμα 2, στο Σχήμα 3 και στο Σχήμα 4 αντίστοιχα.



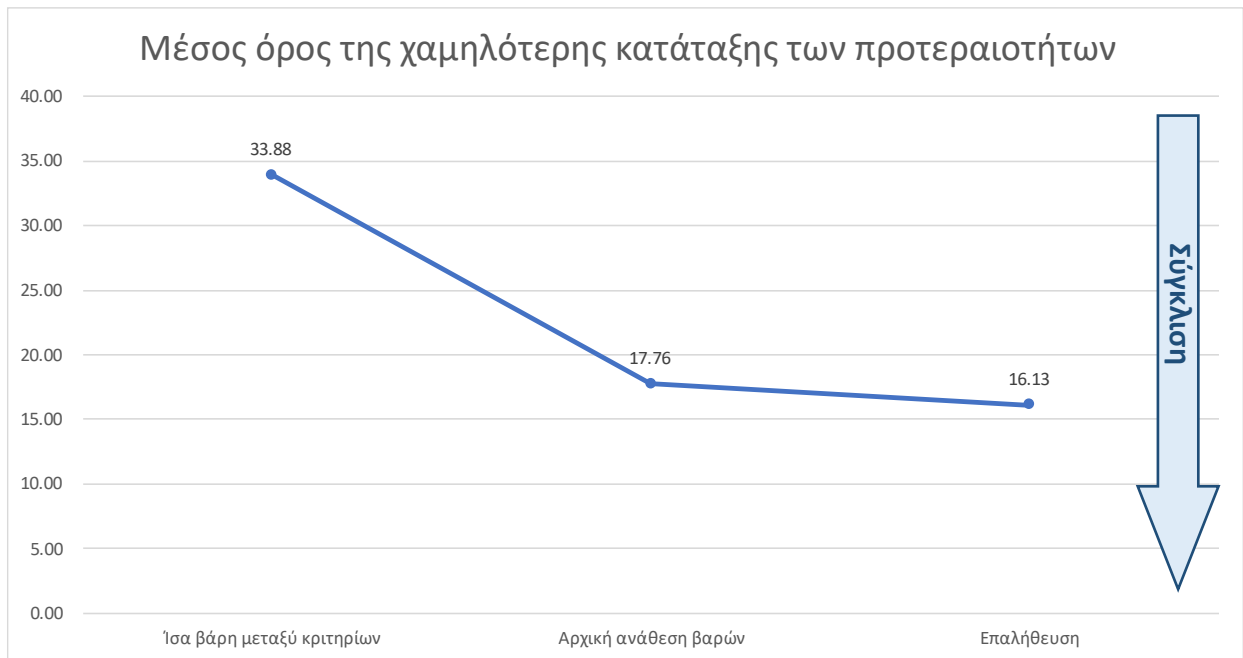
**Σχήμα 1: Διάγραμμα μετρικής μέσου όρου του μέσου όρου της κατάταξης των προτεραιοτήτων ανά εναλλακτικό σενάριο βαρών κριτηρίων.**



**Σχήμα 2: Διάγραμμα μετρικής μέσου όρου της διαμέσου της κατάταξης των προτεραιοτήτων ανά εναλλακτικό σενάριο βαρών κριτηρίων.**



**Σχήμα 3: Διάγραμμα μετρικής μέσου όρου της υψηλότερης κατάταξης των προτεραιοτήτων ανά εναλλακτικό σενάριο βαρών κριτηρίων.**



**Σχήμα 4: Διάγραμμα μετρικής μέσου όρου της χαμηλότερης κατάταξης των προτεραιοτήτων ανά εναλλακτικό σενάριο βαρών κριτηρίων.**



Παρατηρείται πως το σύνολο βαρών που επιλέχθηκε από την προσομοίωση συνέκλινε αποτελεσματικά στην κατάταξη της εμπειρικής υπάρχουσας μεθόδου προσδιορισμού προτεραιοτήτων και με την επαλήθευση των βαρών μετά από ανάδραση στελεχών της εταιρείας επιτεύχθηκε η καλύτερη σύγκλιση.

Αξίζει να σημειωθεί πως δεν επιδιώχθηκε η αναζήτηση βέλτιστης σύγκλισης με την εμπειρική υπάρχουσα μέθοδο προσδιορισμού προτεραιοτήτων καθώς η διαδικασία είχε δημιουργηθεί προσπαθώντας να εξυπηρετήσει ελαφρώς διαφορετικές, πιο συγκεκριμένες, επιχειρησιακές ανάγκες. Έτσι η αξιοποίηση της υπάρχουσας αυτής διαδικασίας περιορίστηκε στην ανάδειξη των κριτηρίων βάσει των οποίων συγκρίνονται οι πτήσεις και στην αρχική προσέγγιση των βαρών των κριτηρίων.

Η τελική αξιολόγηση του συστήματος παραμένει υποκειμενική διαδικασία και στηρίζεται στην εμπειρία των συντονιστών και στη δυνατότητά τους να ανακαλύπτουν και αναλύουν πιθανές αρρυθμίες που προκύπτουν στην κατάταξη. Μετά από ανάδραση των συντονιστών, προκύπτει πως αυτό το σύστημα παράγει αξιόπιστα αποτελέσματα και είναι ικανό να υποστηρίξει το έργο τους κατά την διαχείριση διαταραχών.

## 5. Συμπεράσματα

### 5.1 Γενικά

Η έναρξη αυτής της έρευνας είχε τις ρίζες της σε ένα βαθύ πρόβλημα στον κλάδο των αερομεταφορών: τις διαταραχές στον προγραμματισμό των πτήσεων. Ως η ραχοκοκαλιά της παγκόσμιας συνδεσιμότητας, η αεροπορική βιομηχανία διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στον σύγχρονο διασυνδεδεμένο κόσμο. Ωστόσο, όπως κάθε πολύπλοκο σύστημα, είναι ευάλωτη σε διαταραχές. Η έρευνα ξεκίνησε με έναν ξεχωριστό σκοπό, την ανάπτυξη ενός συστήματος υποστήριξης αποφάσεων προσαρμοσμένου για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των διαταραχών στον προγραμματισμό των πτήσεων μιας αεροπορικής εταιρείας.

Η δυναμική του τομέα των αερομεταφορών είναι το καθοριστικό χαρακτηριστικό του. Διαμορφώνεται από μια πληθώρα παραγόντων που κυμαίνονται από τεχνολογικές εξελίξεις, κανονιστικές αλλαγές, γεωπολιτικές μετατοπίσεις και, φυσικά, απρόβλεπτα φυσικά φαινόμενα. Οι διαταραχές στον προγραμματισμό των πτήσεων, αν και αποτελούν μόνο ένα υποσύνολο των προκλήσεων, έχουν εκτεταμένες συνέπειες. Διαπερνούν την επιχειρησιακή αλυσίδα, προκαλώντας καθυστερήσεις, οικονομικές απώλειες και πλήγμα στην εμπιστοσύνη των επιβατών. Η σοβαρότητα αυτών των διαταραχών και οι αλυσιδωτές επιπτώσεις τους αποτέλεσαν την πρωταρχική ώθηση για την παρούσα έρευνα. Το αντικείμενο ήταν ολιστικό, όχι απλώς η κατανόηση του προβλήματος, αλλά η δημιουργία απτών, εφαρμόσιμων λύσεων.

Κάθε κομμάτι έρευνας προσθέτει στο οικοδόμημα της γνώσης. Για να γίνει κατανοητή η σημασία της παρούσας έρευνας, είναι ζωτικής σημασίας η αντιπαραβολή της με την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Ενώ πολυάριθμες μελέτες έχουν διερευνήσει τον τομέα της διαχείρισης διαταραχών, η παρούσα έρευνα ξεχωρίζει ως προς την προσέγγισή της. Εστιάζει σε ένα συγκεκριμένο αρχικό στάδιο της αποτελεσματικής διαχείρισης διαταραχών, αυτό της αξιολόγησης εναλλακτικών σεναρίων αντιπαραβάλλοντας την κρισιμότητα των πτήσεων. Αυτή η προσέγγιση προσθέτει στην υπάρχουσα έρευνα και ανοίγει το δρόμο για περαιτέρω τομείς εξερεύνησης.

### 5.2 Επίτευξη των στόχων

Με γνώμονα τα ερευνητικό ερώτημα ορίστηκαν συγκεκριμένοι στόχοι:

1. Καθορισμός των κριτηρίων για τη σύγκριση της κρισιμότητας των πτήσεων.
2. Επιλογή μεθόδου πολυκριτήριας ανάλυσης, λαμβάνοντας υπόψη τα κριτήρια και τους περιορισμούς του προβλήματος.
3. Ανάπτυξη, ενοποιημένου με τις υπάρχουσες διαδικασίες, συστήματος διαχείρισης διαταραχών του προγραμματισμού των πτήσεων.

Η πολυπλοκότητα της διαχείρισης των διαταραχών στον προγραμματισμό των πτήσεων παρουσίασε πολλές προκλήσεις. Καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας, κάθε στάδιο προσεγγίστηκε μεθοδικά και με ακρίβεια.

Για τον πρώτο στόχο, πραγματοποιήθηκε μια ολοκληρωμένη διερεύνηση για την κατανόηση της κρισιμότητας των πτήσεων. Βασική παράμετρος αξιολόγησης των κριτηρίων ήταν η απάντηση στο ερώτημα: Τι κάνει μια πτήση πιο κρίσιμη από μία άλλη στα πλαίσιο του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center); Όποιες μετρικές αναγνωρίστηκαν μέσα από αυτή τη διαδικασία αποτέλεσαν και την τελική λίστα των κριτηρίων. Η σύγκλιση που προκύπτει με την υπάρχουσα λίστα των προϋπάρχουσων προτεραιοτήτων αλλά και ανάδραση από στελέχη της Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines) δείχνουν πληρότητα αναπαράστασης των στοιχείων της εκάστοτε πτήσης από την προκύπτουσα λίστα των κριτηρίων.

Για την επιδίωξη του δεύτερου στόχου, διεξήχθη εμπειριστατωμένη ανάλυση της βιβλιογραφίας γύρω από τις πολυκριτήριες μεθόδους αποφάσεων. Η μέθοδος που τελικά επιλέχθηκε αξιολογήθηκε και επικυρώθηκε. Η τελική σύγκλιση του μοντέλου που προκύπτει με την υπάρχουσα λίστα των προϋπάρχουσων προτεραιοτήτων αλλά και ανάδραση από στελέχη της Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines) δείχνουν πως η επιλεγείσα μέθοδος αξιολογεί αποτελεσματικά τις εναλλακτικές.

Η υλοποίηση του τρίτου στόχου σηματοδοτήθηκε από την αποτελεσματική ενσωμάτωση του συστήματος πολυκριτήριας ανάλυσης με τις προϋπάρχουσες διαδικασίες διαχείρισης διαταραχών. Η παρούσα ενσωμάτωση επιδέχεται βελτίωσης καθώς η πολυκριτήρια ανάλυση διενεργείται σε παράλληλο σύστημα και δεν υπάρχει αυτόματη εισαγωγή των αποτελεσμάτων της στο κεντρικό σύστημα διαχείρισης του κέντρου ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).

### 5.3 Πρακτικές επιπτώσεις

Το γεφύρωμα μεταξύ της θεωρητικής έρευνας και της πρακτικής εφαρμογής της είναι συχνά δύσκολο να επιτευχθεί. Ωστόσο, τα ευρήματα της παρούσας έρευνας είναι σχεδιασμένα ώστε να εντάσσονται αποτελεσματικά στα πραγματικά επιχειρησιακά πλαίσια των αεροπορικών εταιρειών. Δεν πρόκειται απλώς για θεωρητικά μοντέλα, αλλά για πρακτικά εργαλεία, που έχουν παραμετροποιηθεί για την αντιμετώπιση προκλήσεων του πραγματικού κόσμου. Η ομορφιά αυτής της έρευνας έγκειται στην προσαρμοστικότητά της. Είτε πρόκειται για μια παγκόσμια αεροπορική εταιρεία με δραστηριότητες που εκτείνονται σε διάφορες ηπείρους είτε για έναν περιφερειακό αερομεταφορέα, το προτεινόμενο σύστημα έχει τη δυνατότητα ώστε, με συγκεκριμένες προσαρμογές, να ενσωματωθεί και να υποστηρίξει αποτελεσματικά τη διαχείριση διαταραχών.

Οι ευρύτερες επιπτώσεις είναι έντονες. Για τις αεροπορικές εταιρείες, δεν πρόκειται μόνο για την πρόληψη οικονομικών ζημιών, αλλά και για τον επαναπροσδιορισμό του επιχειρησιακού τους ήθους. Πρόκειται για τη μετάβαση από ένα υποκειμενικό, εμπειρικό επιχειρησιακό

μοντέλο, όπου η αποτελεσματικότητα της διαχείρισης των διαταραχών εξαρτάται από την εμπειρία του συντονιστή, σε ένα πιο αντικειμενικό μοντέλο, όπου οι πιθανές εναλλακτικές αξιολογούνται αξιοκρατικά και με ίδιο τρόπο από όλους.

## 5.4 Προτάσεις για Παρεμβάσεις

Η Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines) πρωτοστατεί στην ψηφιακή μετάβαση του κλάδου των αερομεταφορών. Ως εκ τούτου, υπάρχει εκτενής ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων. Η παρούσα έρευνα έχει σκοπό να υποστηρίξει αυτή την προσπάθεια εισάγοντας ένα νέο εργαλείο πολυκριτήριας ανάλυσης για προτεραιοποίηση των πτήσεων με στόχο την διευκόλυνση των επιχειρησιακών αναγκών της εταιρείας.

Εκτός από τη διαχείριση διαταραχών βέβαια, ένα τέτοιο εργαλείο μπορεί να ενσωματωθεί και σε άλλες διαδικασίες. Μία αρχική εναλλακτική είναι η ένταξη του εργαλείου αυτού στον βραχυπρόθεσμο προγραμματισμό, κατά τον οποίο γίνεται η ανάθεση αεροσκάφους. Η ένταξη σε αυτή τη διαδικασία είναι ιδιαίτερα εύκολη καθώς η ανάθεση αεροσκάφους πραγματοποιείται από τους ίδιους συντονιστές (Operations Controllers) που κάνουν διαχείριση διαταραχών. Η ένταξη αυτή είναι επίσης ιδιαίτερα χρήσιμη καθώς θα βοηθά τους συντονιστές (Operations Controllers) να αναγνωρίσουν πιθανά σημεία που χρήζουν εφεδρικού πλάνου με σκοπό την ακόμη ομαλότερη διαχείριση διαταραχών.

Ακόμη, το εργαλείο θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Οι νεοπροσληφθέντες συντονιστές (Operations Controllers) θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν την κατάταξη που προκύπτει με σκοπό να κατανοήσουν καλύτερα τις επιχειρησιακές προτεραιότητες της εταιρείας.

Τέλος, το εργαλείο αυτό μπορεί να εξυπηρετήσει και τον απολογισμό καταστάσεων. Παρέχοντας μια ξεκάθαρη κατάταξη της σημαντικότητας των πτήσεων, καθίσταται πιο αντικειμενική η αξιολόγηση των επιλογών που έγιναν κατά τη διαχείριση διαταραχών.

## 5.5 Περιορισμοί

Κάθε επιστημονικό εγχείρημα, ενώ στοχεύει στην πληρότητα, δεσμεύεται αναπόφευκτα από ορισμένους περιορισμούς και δεσμεύσεις. Η αναγνώριση αυτών των περιορισμών παρέχει ένα σαφέστερο πλαίσιο για την εφαρμογή και τις επιπτώσεις της. Η περιορισμοί της παρούσης έρευνας είναι:

- **Λειτουργική εξειδίκευση:** Το σύστημα που σχεδιάστηκε και διερευνήθηκε στην παρούσα έρευνα έχει παραμετροποιηθεί σχολαστικά ώστε να ανταποκρίνεται στις επιχειρησιακές ανάγκες της Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines). Αυτή η προσαρμογή, ενώ διασφαλίζει τη βελτιστοποίηση για τη συγκεκριμένη εταιρεία,

συνεπάγεται ότι τα τελικά αριθμητικά αποτελέσματα ενδέχεται να μην είναι άμεσα μεταβιβάσιμα ή εφαρμόσιμα σε άλλες αεροπορικές εταιρείες. Διαφορετικές εταιρείες, με βάση τις επιχειρησιακές τους ιδιαιτερότητες, τη γεωγραφική τους κάλυψη, το μέγεθος του στόλου τους και πολλούς άλλους παράγοντες, ενδέχεται να έχουν διαφορετικές απαιτήσεις που μπορεί να απαιτούν διαφορετικές παραμέτρους.

- **Είδος αεροπορικής εταιρείας:** Το σύστημα έχει παραμετροποιηθεί, λαμβάνοντας υπόψη τα προγράμματα πτήσεων των αεροπορικών εταιρειών μικρών και μεσαίων αποστάσεων. Τα προγράμματα πτήσεων μεγάλων αποστάσεων συνοδεύονται από τη δική τους πολυπλοκότητα και τις δικές τους επιχειρησιακές ανάγκες (Bruce 2012). Παράγοντες όπως οι αλλαγές στις ζώνες ώρας, η εκτεταμένη διάρκεια πτήσεων, τα διαφορετικά ρυθμιστικά περιβάλλοντα σε διάφορες χώρες και οι υλικοτεχνικές προκλήσεις των πτήσεων μεγάλων αποστάσεων εισάγουν παραμέτρους που το σύστημά της παρούσας έρευνας, στην τρέχουσα μορφή του, ενδέχεται να μην απεικονίζονται αποτελεσματικά. Συνεπώς, το σύστημα ενδέχεται να μην είναι άμεσα εφαρμόσιμο ή βέλτιστα αποτελεσματικό για δρομολόγια πτήσεων μεγάλων αποστάσεων χωρίς περαιτέρω τροποποιήσεις ή προσαρμογές παραμέτρων.

## 5.6 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η έρευνα, από τη φύση της, διαρκώς εξελίσσεται. Ενώ η παρούσα έρευνα έριξε φως σε κρίσιμες πτυχές της διαχείρισης διαταραχών της πτήσης, αποκάλυψε επίσης δρόμους ώριμους για εξερεύνηση. Η δυναμική φύση της τεχνολογίας και η ενσωμάτωσή της στον τομέα των αερομεταφορών διασφαλίζει ότι η σφαίρα της έρευνας επεκτείνεται διαρκώς. Ακολουθούν ορισμένες κατευθύνσεις για μελλοντικές έρευνες:

- **Συστηματική αξιολόγηση και βελτιστοποίηση συστήματος:** Η παρούσα έρευνα επικεντρώθηκε κυρίως στην αρχική ανάπτυξη ενός συστήματος διαχείρισης διαταραχών μέσω πολυκριτήριας ανάλυσης των πτήσεων. Παρόλο που έγινε έντονη προσπάθεια και επιτεύχθηκε ικανοποιητική παραμετροποίηση του συστήματος για εξαγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων, παραμένουν σενάρια και συγκεκριμένες παράμετροι που χρήζουν βελτιστοποίησης. Υπάρχει πρόσφορο έδαφος, λοιπόν, για περαιτέρω έρευνα στην συστηματική αξιολόγηση και βέλτιστη παραμετροποίηση του συστήματος. Μια τέτοια έρευνα θα εστίαζε στη συστηματική ανάδραση στελεχών της εταιρείας με σκοπό την ανάδειξη και σωστή ενσωμάτωση ειδικών περιπτώσεων.
- **Ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών:** Το τεχνολογικό τοπίο εξελίσσεται με ταχύτερους ρυθμούς. Οι καινοτομίες στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, της μηχανικής μάθησης και της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων έχουν φέρει επανάσταση σε διάφορους τομείς, και η αεροπορία δεν αποτελεί εξαίρεση. Υπάρχουν τεράστιες δυνατότητες στην αξιοποίηση αυτών των προηγμένων τεχνολογιών για πιο ισχυρά πλαίσια διαχείρισης διαταραχών. Ο στόχος θα ήταν να

δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης διαταραχών που όχι μόνο θα χειρίζεται αποτελεσματικά τις διαταραχές, αλλά θα δίνει επίσης έμφαση στην αξιολόγηση και τη δοκιμή εναλλακτικών σεναρίων.

- **Ανθρώπινοι παράγοντες και εκπαίδευση:** Πέρα από τις προοπτικές της τεχνολογίας, ο ανθρώπινος παράγοντας παραμένει στον πυρήνα κάθε επιχειρησιακού πλαισίου. Η κατανόηση των γνωστικών διεργασιών, των προτύπων λήψης αποφάσεων και των περιπλοκών της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής μπορεί να προσφέρει ανεκτίμητες γνώσεις για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των διαταραχών των πτήσεων. Η έρευνα που επικεντρώνεται σε βελτιστοποιημένες μεθοδολογίες εκπαίδευσης μπορεί να είναι καθοριστική. Εμβαθύνοντας στον τρόπο με τον οποίο τα προγράμματα εκπαίδευσης μπορούν να προσαρμοστούν ώστε να ευθυγραμμιστούν με τις τελευταίες τεχνολογίες και μεθοδολογίες, μπορεί να διασφαλιστεί ότι το ανθρώπινο στοιχείο της επιχειρησιακής αλυσίδας είναι καλά εξοπλισμένο, με βελτιωμένη επίγνωσή της κατάστασης, για να αξιοποιήσει τα εργαλεία που έχει στη διάθεσή του. Επιπλέον, η κατανόηση των γνωστικών διαδικασιών που εμπλέκονται μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη διεπαφών και συστημάτων που είναι πιο διαισθητικά, μειώνοντας την καμπύλη εκμάθησης και εξασφαλίζοντας ταχύτερες και αποτελεσματικότερες αντιδράσεις σε διαταραχές.

## 5.7 Επίλογος

Στην παρούσα έρευνα, παρουσιάστηκαν οι βασικές πτυχές της διαχείρισης διαταραχών στον προγραμματισμό των πτήσεων σε αεροπορικές εταιρείες και αναπτύχθηκε σύστημα υποστήριξης αποφάσεων με σκοπό την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων από διαταραχές. Το σύστημα αυτό έτυχε ευρείας υποδοχής από την Αεροπορία Αιγαίου (Aegean Airlines). Επιπλέον, επισημάνθηκε η ανάγκη συνεχούς εξέλιξης των μεθόδων και πρακτικών, με βάση καινοτόμες τεχνολογικές λύσεις και την κατανόηση του ανθρώπινου παράγοντα. Συνολικά, η παρούσα έρευνα χρησιμεύει ως ένα βήμα προς την κατεύθυνση της αποτελεσματικότερης διαχείρισης των διαταραχών στις αερομεταφορές, προσφέροντας ταυτόχρονα προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

## Κατάλογος Αναφορών

Abdelghany, KF, Abdelghany, AF & Ekollu, G 2008, 'An integrated decision support tool for airlines schedule recovery during irregular operations', *European Journal of Operational Research*, vol. 185, no. 2, pp. 825–848.

Abdelghany, KF, Shah, SS, Raina, S & Abdelghany, AF 2004, 'A model for projecting flight delays during irregular operation conditions', *Journal of Air Transport Management*, vol. 10, no. 6, pp. 385–394.

Bottero, M, Ferretti, V, Figueira, JR, Greco, S & Roy, B 2015, 'Dealing with a multiple criteria environmental problem with interaction effects between criteria through an extension of the Electre III method', *European Journal of Operational Research*, vol. 245, no. 3, pp. 837–850.

Bruce, PJ 2012, *Understanding decision-making processes in airline operations control*, *Understanding Decision-Making Processes in Airline Operations Control*, Ashgate Publishing Ltd.

Buchanan, JT, Buchanan, J, Sheppard, P & Vanderpooten, D 1999, *Project ranking using Electre III*, <<https://www.researchgate.net/publication/240195234>>.

Castro, AJM & Oliveira, E 2011, 'A new concept for disruption management in airline operations control', *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering*, vol. 225, no. 3, pp. 269–290.

Castro, AJM, Rocha, AP & Oliveira, E 2014, 'A new approach for disruption management in airline operations control', *Studies in Computational Intelligence*, vol. 562.

Dastani, M, Hulstijn, J & Van Der Torre, L 2005, 'How to decide what to do?', in *European Journal of Operational Research*, vol. 160, Elsevier, no. 3 SPEC. ISS., pp. 762–784.

Dias, LC & Mousseau, V 2006, 'Inferring Electre's veto-related parameters from outranking examples', *European Journal of Operational Research*, vol. 170, no. 1, pp. 172–191.

Figueira, J, Greco, S & Ehrogott, M 2005, *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys, Operations Research and Management Science*, vol. 78, International Series in Operations Research & Management Science, Springer New York, New York, NY, no. 23.

Figueira, JR, Greco, S, Roy, B & Słowiński, R 2010, 'ELECTRE Methods: Main Features and Recent Developments', pp. 51–89.

Hassan, LK, Santos, BF & Vink, J 2021, 'Airline disruption management: A literature review and practical challenges', *Computers & Operations Research*, vol. 127, p. 105137.

Hu, Y, Liao, H, Zhang, S & Song, Y 2017, 'Multiple objective solution approaches for aircraft rerouting under the disruption of multi-aircraft', *Expert Systems with Applications*, vol. 83, pp. 283–299.

Iniestra, JG & Gutiérrez, JG 2009, 'Multicriteria decisions on interdependent infrastructure transportation projects using an evolutionary-based framework', *Applied Soft Computing*, vol. 9, no. 2, pp. 512–526.

International Air Transport Association 2020, *Air Connectivity*, viewed 20 September 2023, <<https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-connectivity-measuring-the-connections-that-drive-economic-growth/>>.

Ishizaka, A & Nemery, P 2013, 'Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software', *Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software*, pp. 1–296.

Jimenez Serrano, FJ & Kazda, A 2017, 'Airline disruption management: Yesterday, today and tomorrow', in *Transportation Research Procedia*, vol. 28, Elsevier B.V., pp. 3–10.

Khaled, O, Minoux, M, Mousseau, V, Michel, S & Ceugniet, X 2018, 'A multi-criteria repair/recovery framework for the tail assignment problem in airlines', *Journal of Air Transport Management*, vol. 68, pp. 137–151.

Kohl, N, Larsen, A, Larsen, J, Ross, A & Tiourine, S 2007, 'Airline disruption management- Perspectives, experiences and outlook', *Journal of Air Transport Management*, vol. 13, no. 3, pp. 149–162.

Majdi, I 2013, 'Comparative evaluation of PROMETHEE and ELECTRE with application to sustainability assessment', Concordia University, Montreal, Quebec, Canada.

Naderpour, M, Lu, J & Zhang, G 2014, 'An intelligent situation awareness support system for safety-critical environments', *Decision Support Systems*, vol. 59, no. 1, pp. 325–340.

Roy, B, Present, M & Silhol, D 1986, *A programming method for determining which Paris metro stations should be renovated*, *European Journal of Operational Research*, vol. 24.

Siskos, E & Tsotsolas, N 2015, 'Elicitation of criteria importance weights through the Simos method: A robustness concern', *European Journal of Operational Research*, vol. 246, no. 2, pp. 543–553.

Su, Y, Xie, K, Wang, H, Liang, Z, Art Chaovalitwongse, W & Pardalos, PM 2021, 'Airline Disruption Management: A Review of Models and Solution Methods', *Engineering*, vol. 7, no. 4, pp. 435–447.

*The ELECTRE family (member of the Outranking methods)* n.d., viewed 1 September 2023, <<http://www1.aegean.gr/environment/energy/mcda/library/The%20ELECTRE%20family.pdf>>.

Tzeng, G-H & Huang, J-J 2011, *Multiple Attribute Decision Making : Methods and Applications, Multiple Attribute Decision Making*, Chapman and Hall/CRC.

Yoon, KP & Kim, WK 2017, 'The behavioral TOPSIS', *Expert Systems with Applications*, vol. 89, pp. 266–272.



Δούκας, Χ & Ψαρράς, Ι n.d., *ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ Πολυκριτηριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων, ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ.*

*Εσωτερικός Κανονισμός Λειτουργίας - Περίληψη 2021*, viewed 9 September 2023, <<https://tinyurl.com/mstcjsut>>.

*Προφίλ | About Aegean* n.d., viewed 9 September 2023, <<https://el.about.aegeanair.com/etaireia/profil/>>.

*Τεχνική Βάση | About Aegean* n.d., viewed 9 September 2023, <<https://el.about.aegeanair.com/etaireia/tehniki-vasi/>>.

## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Διάγραμμα μετρικής μέσου όρου του μέσου όρου της κατάταξης των προτεραιοτήτων ανά εναλλακτικό σενάριο βαρών κριτηρίων.....	55
Σχήμα 2: Διάγραμμα μετρικής μέσου όρου της διαμέσου της κατάταξης των προτεραιοτήτων ανά εναλλακτικό σενάριο βαρών κριτηρίων.....	55
Σχήμα 3: Διάγραμμα μετρικής μέσου όρου της υψηλότερης κατάταξης των προτεραιοτήτων ανά εναλλακτικό σενάριο βαρών κριτηρίων.....	56
Σχήμα 4: Διάγραμμα μετρικής μέσου όρου της χαμηλότερης κατάταξης των προτεραιοτήτων ανά εναλλακτικό σενάριο βαρών κριτηρίων.....	56

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Παράγοντες που επηρεάζουν την επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness) στο κέντρο ελέγχου επιχειρήσεων (Operations Control Center).....	19
Πίνακας 2: Αποτελέσματα μετρικών πρώτου κύματος με ίσα βάρη.....	48
Πίνακας 3: Αποτελέσματα μετρικών για το σύνολο βαρών με ίσα βάρη ανά κριτήριο.....	49
Πίνακας 4: Αποτελέσματα μετρικών βέλτιστης λύσης αρχικής ανάθεσης βαρών κριτηρίων....	51
Πίνακας 5: Βάρη κριτηρίων από αρχική ανάθεση.....	51
Πίνακας 6: Τελικά βάρη κριτηρίων εμπορικής κατηγορίας.....	52
Πίνακας 7: Τελικά βάρη κριτηρίων κατηγορίας επιβατών.....	52
Πίνακας 8: Τελικά βάρη κριτηρίων επιχειρησιακής κατηγορίας.....	52
Πίνακας 9: Βάρη κατηγοριών κριτηρίων.....	53
Πίνακας 10: Τελικά βάρη κριτηρίων.....	53
Πίνακας 11: Δείγμα κατάταξης πτήσεων. Πρωινό κύμα 3 <sup>ης</sup> Αυγούστου.....	54

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Οργανόγραμμα Αεροπορίας Αιγαίου (Aegean Airlines) ( <i>Εσωτερικός Κανονισμός Λειτουργίας - Περίληψη 2021</i> ). .....	37
Εικόνα 2: Δείγμα πρωτογενών δεδομένων (Πληροφορίες αναγνώρισης πτήσης αποκρύπτονται). .....	41
Εικόνα 3: Δείγμα πίνακα αποφάσεων. ....	41
Εικόνα 4: Πίνακας βαρών κριτηρίων (για το σενάριο ίσων βαρών ανά κριτήριο). ....	46
Εικόνα 5: Δείγμα της κατάταξης του πρώτου κύματος. ....	47
Εικόνα 6: Δείγμα πίνακα αποτελεσμάτων μετρικών για όλα τα κύματα πτήσεων. ....	48
Εικόνα 7: Δείγμα αποτελεσμάτων μετρικών για κάθε σύνολο τυχαίων βαρών κριτηρίων. ....	50

## Παράρτημα I

### Παράδειγμα εφαρμογής Topsis

Ακολουθεί εφαρμογή της μεθόδου Topsis σε πρόβλημα 3 εναλλακτικών με 3 κριτήρια. Τα βάρη θεωρούνται ίσα μεταξύ των κριτηρίων.

#### Βήμα 1: Πίνακας αποφάσεων και λοιπά δεδομένα.

$x_{ij}$	Κριτήριο 1	Κριτήριο 1	Κριτήριο 1
Εναλλακτική 1	1	20	130,2
Εναλλακτική 2	2	23	80,7
Εναλλακτική 3	6	16	150,3

Βάρη	0,333	0,333	0,333
------	-------	-------	-------

Επίδραση	Αρνητική	Αρνητική	Θετική
----------	----------	----------	--------

#### Βήμα 2: Κανονικοποίηση πίνακα αποφάσεων.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

	Κριτήριο 1	Κριτήριο 1	Κριτήριο 1
$\sum_{i=1}^m x_{ij}^2$	$1^2 + 2^2 + 6^2 = 41$	1185	46054,62

$r_{ij}$	Κριτήριο 1	Κριτήριο 1	Κριτήριο 1
Εναλλακτική 1	0,156	0,581	0,607
Εναλλακτική 2	0,312	$r_{2,2} = \frac{23}{\sqrt{1185}}=0,668$	0,376
Εναλλακτική 3	0,937	0,465	0,700

**Βήμα 3: Στάθμιση κανονικοποιημένου πίνακα.**

$$p_{ij} = w_j \cdot r_{ij}$$

$p_{ij}$	Κριτήριο 1	Κριτήριο 1	Κριτήριο 1
Εναλλακτική 1	0,052	0,193	0,202
Εναλλακτική 2	0,104	0,223	$p_{2,3} = 0,333 \cdot 0,367$ =0,125
Εναλλακτική 3	0,312	0,155	0,233

**Βήμα 4: Υπολογισμός θετικής και αρνητικής ιδεατής λύσης.**

$$P^+ = (p_1^+, \dots, p_j^+)$$

$$P^- = (p_1^-, \dots, p_j^-)$$

Όπου  $p_j^+ = \max(p_{ij})$  και  $p_j^- = \min(p_{ij})$  αν το κριτήριο είναι θετικής επίδρασης, ενώ είναι  $p_j^+ = \min(p_{ij})$  και  $p_j^- = \max(p_{ij})$  αν το κριτήριο είναι αρνητικής επίδρασης.

	Κριτήριο 1	Κριτήριο 1	Κριτήριο 1
$P^+$	0,052	0,155	0,233
$P^-$	0,312	0,223	0,125

**Βήμα 5: Υπολογισμός αποστάσεων κάθε εναλλακτικής από την θετική και αρνητική ιδεατή λύση.**

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_{ij} - p_j^+)^2}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_{ij} - p_j^-)^2}$$

	$D_i^+$	$D_i^-$
<b>Εναλλακτική 1</b>	0,050	0,273
<b>Εναλλακτική 2</b>	$D_2^+ = \sqrt{(0,193 - 0,155)^2 + (0,223 - 0,155)^2 + (0,155 - 0,155)^2} = 0,138$	0,208
<b>Εναλλακτική 3</b>	0,260	0,128

**Βήμα 6: Υπολογισμός σχετικής εγγύτητας.**

$$RC_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

	<b>RCi</b>
<b>Εναλλακτική 1</b>	0,846
<b>Εναλλακτική 2</b>	0,602
<b>Εναλλακτική 3</b>	$RC_3 = \frac{0,128}{0,260+0,128} = 0,329$

**Βήμα 7: Τελική κατάταξη.**

Η τελική κατάταξη είναι η φθίνουσα κατάταξη των εναλλακτικών ως προς τη σχετική εγγύτητα.

<b>Κατάταξη</b>	<b>Εναλλακτική</b>
<b>1</b>	Εναλλακτική 1
<b>2</b>	Εναλλακτική 2
<b>3</b>	Εναλλακτική 3

--- Τέλος εγγράφου ---