



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΝΕΩΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΜΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ GIS ΚΑΙ ΙΧΝΗΛΑΤΕΣ ΤΟΥ ΙΣΤΟΧΩΡΟΥ

ΑΡΓΥΡΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

*Επιβλέπων Καθηγητής:
Αθανάσιος Μπαλλής, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.*

Αθήνα, Ιούλιος 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την διπλωματική μου εργασία και το σύνολο των σπουδών μου στη σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου για τις γνώσεις που μου παρείχαν και τον τρόπο σκέψης που μου ενέπνευσαν, και ιδιαίτερα τον επιβλέποντα της εργασίας μου, Αναπληρωτή Καθηγητή Αθανάσιο Μπαλλή, για την βοήθεια, την καθοδήγηση και την στήριξη του καθ' όλο το διάστημα εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας, καθώς και την εξεταστική μου επιτροπή την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κ. Βούλα Ψαράκη – Καλουπτσίδη και την Επίκουρη Καθηγήτρια κ. Ελένη Βλαχογίαννη.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω την Άννα, την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την βοήθεια και την στήριξη τους καθ' όλη την διάρκεια της φοιτητικής ζωής μου.

Σύνοψη

Τίτλος : “Διερεύνηση δυνατότητας ανάπτυξης νέων αεροπορικών συνδέσεων με εργαλεία GIS και ιχνηλάτες του ιστοχώρου”

Φοιτητής : Αργυρός Δημήτριος

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνήθηκε η δυνατότητα ανάπτυξης νέων αεροπορικών συνδέσεων με χρήση G.I.S (Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών) και ιχνηλατών του ιστοχώρου. Αξιοποιώντας διαθέσιμες πληροφορίες από το διαδίκτυο δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με στοιχεία/πληροφορίες για αεροδρόμια, αεροσκάφη και αεροπορικές εταιρίες. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ακολουθεί τα εξής βήματα: (α) επιλογή ενός συγκεκριμένου τύπου αεροσκάφους και ενός αεροδρομίου αφετηρίας (β) εντοπισμός των αεροδρόμιων, στα οποία υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας νέων συνδέσεων. Τα αεροδρόμια αυτά εντοπίστηκαν με βάση την εμβέλεια του αεροσκάφους, με την χρήση του εργαλείου «buffer», του GIS. (γ) έλεγχος της δυνατότητας προσγείωσης/απογείωσης για το επιλεγμένο αεροσκάφος. (δ) εκτίμηση χωρητικότητας με βάση την διάταξη των διαδρόμων και (ε) εκτίμηση της ζήτησης για το επιλεγμένο αεροδρόμιο με στοιχεία/πληροφορίες διαθέσιμων στο διαδίκτυο μελετών. (στ) συλλογή στοιχείων για τις υπάρχουσες αεροπορικές συνδέσεις όλων των εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην περιοχή. (ζ) συλλογή στοιχείων σχετικά με το κόστος και την διάρκεια του ταξιδιού αυτών των συνδέσεων έγινε μέσω εργαλείων ιχνηλάτησης του ιστοχώρου (η) συγκριτική αξιολόγηση (πλεονεκτήματα / μειονεκτήματα) μεταξύ των αεροπορικών που μπορούν να προσφέρουν την συγκεκριμένη αεροπορική σύνδεση. Η εφαρμογή της ανωτέρω μεθοδολογίας έγινε για το αεροδρόμιο «Ελευθέριος Βενιζέλος» και την αεροπορική εταιρεία «Aegean Airlines». Το θέμα που διερευνήθηκε ήταν η λειτουργία του αεροδρομίου ως κόμβου μεταξύ αεροδρομίων της Βόρειας Ευρώπης και χωρών της Μέσης Ανατολής, Βόρειας Αφρικής και Ασίας. Μετά την σχετική ανάλυση προτάθηκε μία νέα σύνδεση μεταξύ του «Ελευθέριος Βενιζέλος» και του αεροδρομίου «Ashgabat», στο Τουρκμενιστάν.

Abstract

Title: “Researching the capability of the development new flight connections with GIS and web crawlers tools”

Student: Argyros Dimitrios

This diploma thesis explores the possibility of developing new flight connections using G.I.S (Geographic Information System) and web crawlers tools. Using the available information from the Internet, a database for airports, aircrafts and airlines was created. The steps of the method was : (a) selecting a specific type of aircraft and a departure airport (b) locating the airports where new connections can be established. These airports were identified based on the range of the aircraft, using the GIS tool "buffer". (c) controlling the capability of the aircraft take-off/landing (d) capacity estimation based on the runway configuration (e) demand estimation for the selected airport with data / information available on the internet. (f) collecting data on the existing flight connections, for all companies operating in the region. (g) collecting data on the cost and duration of travel of these connections with web crawlers (h) comparative assessment (advantages / disadvantages) between the airlines in these connections. The above methodology was applied for the airport "Eleftherios Venizelos" and the airline "Aegean Airlines". The issue was the operation of the airport, as a hub between northern European airports and countries in the Middle East, North Africa and Asia. After the relevant analysis, a connection between "Eleftherios Venizelos" and "Ashgabat" airport was proposed in Turkmenistan.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1 Το σύστημα των αεροπορικών μεταφορών	9
1.2 Σκοπός και στόχοι	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.3 Διάρθρωση της εργασίας.....	13
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	15
2.1 Ανταγωνισμός μεταξύ αεροπορικών εταιριών.....	15
2.2 Μεθοδολογίες υπολογισμού ζήτησης.....	19
2.3 Μοντέλα υπολογισμού χωρητικότητας αεροδρομίου	27
3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	39
3.1 Γενικά	39
3.2 Βάρος αεροσκάφους.....	40
3.2 Κωδικός Αναφοράς Αεροδρομίου	45
3.5 Κατηγορία Ανατάραξης από Στρόβιλο – Wake Turbulence Category (WTC)	55
3.6 Αεροπορικές συνδέσεις	62
3.7 Εναερία κυκλοφορία	63
3.8 Το φορτίο στις αερομεταφορές	65
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	71
4.1 Συλλογή Δεδομένων.....	71
4.2 Ιχνηλάτες του ιστοχώρου - «Web Crawlers-Web scrapers»	72
4.3 Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών - GIS.....	77
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ	83
5.1 Δημιουργία πίνακα εκτιμήσεων της ετήσιας χωρητικότητας	83
5.2 Έλεγχος δυνατότητας ανάπτυξης αεροπορικών συνδέσεων	88
5.3 Εκτιμήσεις ζήτησης	103
5.4 Εκτίμηση και αξιολόγηση ανταγωνισμού	119
5.5 Συγκριτική αξιολόγηση αεροπορικών συνδέσεων	130
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	135
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	137

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Το σύστημα των αεροπορικών μεταφορών

Ο κλάδος των αερομεταφορών παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Η εξέλιξη των μεταφορών κατά τον αιώνα που πέρασε ήταν ταχύτατη. Οι αερομεταφορές, όπως και άλλα μέσα μεταφοράς, καλύπτουν την ανάγκη μεταφοράς ατόμων και αγαθών από ένα σημείο προέλευσης σε ένα σημείο προορισμού.

Η αεροπορική βιομηχανία είναι ένας από τους σταθερότερους κλάδους, καθώς ιστορικά δείχνει μια σταθερή άνοδο χωρίς σημαντικές επιρροές από εξωγενή γεγονότα. Επίσης έχει την τάση να επανέρχεται δυναμικά μετά από κάθε επιβράδυνσή της. Για να πραγματοποιηθεί μια αερομεταφορά απαιτείται να υπάρχει η υποδομή και το μέσο, που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το αεροδρόμιο και το αεροσκάφος.

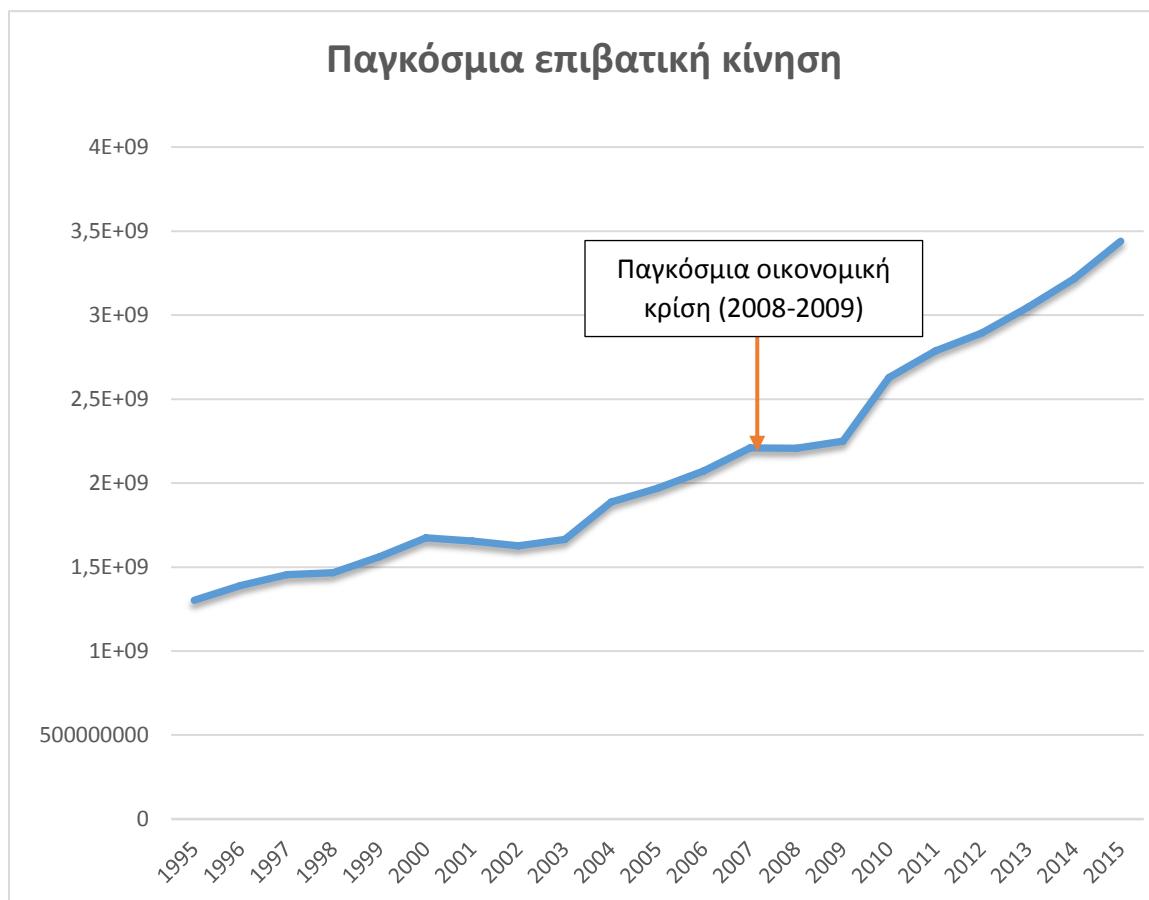
Για να επιτυγχάνεται η βέλτιστη εξυπηρέτηση των επιβατών, καθώς και η καλύτερη και οικονομικότερη διαχείριση των υποδομών και των αεροσκαφών έχουν αναπτυχθεί διάφορες κατάλληλες μέθοδοι.

Με την πάροδο των χρόνων, η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα των αερομεταφορών, καθώς και η συνολική αύξηση του πληθυσμού της Γης έχουν αποφέρει ραγδαία αύξηση στον όγκο της επιβατικής κίνησης. Η αύξηση αυτή υπολογίζεται κατά μέσο όρο σε ποσοστό 6,18%. [1] Η άνοδος αυτή δημιουργεί συνεχώς νέες απαιτήσεις τόσο σε υποδομές για τα κράτη όσο και σε στόλο για τις αεροπορικές εταιρείες. Παρόλα αυτά οι ευκαιρίες που δημιουργούνται για ανάπτυξη και κέρδος σε επίπεδο έθνους, αλλά και επιχείρησης, είναι πάρα πολλές.

Για να μπορέσουν, λοιπόν, οι ευκαιρίες αυτές να αποφέρουν τα ζητούμενα αποτελέσματα πρέπει να έχει προηγηθεί η κατάλληλη έρευνα, ώστε πριν από κάθε απόφαση να υπάρχει η καλύτερη δυνατή γνώση. Δηλαδή, πρέπει να έχουν αναλυθεί όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση που θα ληφθεί, να βρεθούν και να αξιολογηθούν εναλλακτικές προτάσεις, καθώς και προβλέψεις για τα αποτελέσματα που κάθε μια θα επιφέρει.

Ιστορικά, πάνω από τα τελευταία 30 χρόνια, η βιομηχανία των αερομεταφορών γνώρισε ύφεση, πολέμους, πετρελαϊκές κρίσεις και προβλήματα ασφαλείας χωρίς να σταματήσει να έχει ανοδική πορεία. Οι αλλαγές στην πορεία μιας οικονομίας μπορεί να επιφέρουν επιπτώσεις, αλλά αυτές, όπως έχει δείξει η ιστορία, είναι βραχυπρόθεσμες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν (α) η Κίνα (2015–16 Chinese stock market turbulence), καθώς μπορεί η επιβράδυνση της ανάπτυξης του Α.Ε.Π της να αντιμετωπίστηκε με τρόμο, όμως ο κλάδος των αερομεταφορών συνέχισε την ανοδική του πορεία και (β) η παγκόσμια οικονομική κρίση (2008-2009), κατά την οποία υπήρξε μία στασιμότητα στη μεταβολή της επιβατικής κίνησης ωστόσο παρατηρείται γρήγορα

εντυπωσιακή αύξηση της επιβατικής κίνησης λόγω της άμεσης ανάκαμψής της, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 1.1. Αυτό το χαρακτηριστικό της επιβατικής κίνησης να αντιστέκεται στις κρίσεις, οφείλεται στο γεγονός ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την συμπεριφορά του καταναλωτή, ως προς την μετακίνηση, παραμένουν ισχυροί. Έτσι σε αντίθεση με άλλους τομείς οι αερομεταφορές παρουσιάζουν τεράστια ανθεκτικότητα απέναντι σε οικονομικές και κοινωνικές κρίσεις.



Διάγραμμα 1.1 : Η εξέλιξη της παγκόσμιας επιβατικής κίνησης από το 1995 έως σήμερα. //
Πηγή: Η ιστοσελίδα της Παγκόσμιας Τράπεζας [1]

Ο κλάδος των αερομεταφορών συνεχίζει να επιδεικνύει την ανθεκτικότητά του απέναντι στην γενικότερη αργή οικονομική ανάπτυξη, έχοντας να παρουσιάσει πολύ καλά αποτελέσματα επί του παγκόσμιου Α.Ε.Πⁱ, αποδεικνύοντας την εκτίμηση του κόσμου προς τα οφέλη που αποφέρει η αεροπορική βιομηχανία.

ⁱ Το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ή ΑΕΠ) (αγγλ. Gross Domestic Product - GDP) είναι το σύνολο όλων των προϊόντων και αγαθών που παράγει μια οικονομία, εκφρασμένο σε χρηματικές μονάδες.

Ως εκ τούτου, η επιβατική κίνηση γνώρισε την μεγαλύτερη αύξησή της, για τα τελευταία 5 έτη, το 2015 με αύξηση 6,8% σε αριθμό επιβατών συγκριτικά με το 2014, σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO)ⁱ. Ως αποτέλεσμα το έτος 2015 είχαμε περίπου 3,5 δισεκατομμύρια επιβάτες. Μείζονα ρόλο διατέλεσαν και οι χαμηλές τιμές του πετρελαίου. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι αεροπορικές να έχουν την επιλογή, είτε να τονώσουν την αγορά μειώνοντας τις τιμές των εισιτηρίων, είτε να αυξήσουν τα περιθώρια κέρδους τους. [2]

Για τα επόμενα είκοσι χρόνια οι προβλέψεις δείχνουν ότι αναμένουμε μεγάλες εξελίξεις στον τομέα των αερομεταφορών. Χαρακτηριστικά, προβλέπεται ότι η αεροπορική επιβατική κίνηση θα διπλασιαστεί μέχρι το 2035, ενώ και το αεροπορικό φορτίο θα γνωρίσει μια σταθερή αύξηση. Νέες αγορές, που μέχρι σήμερα δεν έχουν δείξει την πραγματική τους δυναμική, πρόκειται να αναδυθούν και να διεκδικήσουν το μερίδιο που τους αντιστοιχεί. Υπάρχουν πολλές χώρες, ανά τον κόσμο, που δεν έχουν καλύψει ακόμα τις βασικές τους ανάγκες πάνω στον τομέα των αερομεταφορών και αποτελούν γόνιμο έδαφος για νέες επενδύσεις.

Οπότε, οι απαιτήσεις για την ανάπτυξη νέων αεροπορικών συνδέσεων είναι μεγάλες. Για να επιτευχθούν αυτές, υπάρχει ανάγκη για διερεύνηση του θέματος με διάφορες οπτικές. Για να μπορέσει να υλοποιηθεί μια νέα σύνδεση, θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα. Αρχικά αυτή σχετίζεται άμεσα με την υποδομή του αεροδρόμιου, από την άποψη της δυνατότητας ενός αεροσκάφους να το χρησιμοποιήσει, καθώς και της δυνατότητας του αεροσκάφους να διανύσει την απαραίτητη απόσταση μεταξύ δύο αεροδρομίων.

Επιπλέον, πρέπει να αναλυθεί ο στόλος της αεροπορικής εταιρίας για να εξαχθούν συμπεράσματα για την δυναμική του, καθώς και να αξιολογηθεί αντίστοιχα ο υπάρχων ανταγωνισμός. Τέλος, πρέπει να έχει γίνει και διερεύνηση του λόγου της ανάπτυξης μια νέας αεροπορικής σύνδεσης, ο οποίος δεν είναι άλλος από την αύξηση της ζήτησης είτε των επιβατικών μετακινήσεων, είτε του εναέριου φορτίου. Αυτά τα θέματα θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν εκτενέστερα κατά το πέρας της εργασίας.

Βασικές έννοιες

Αεροσκάφος (ή αεροπλάνο) είναι μια πτητική συσκευή βαρύτερη από τον αέρα, με ακίνητες πτέρυγες, από τις οποίες, με την ταχύτητα που αναπτύσσει, δημιουργεί τη δύναμη άνωσης που κρατά αυτή στον άξονα. Η κίνηση προς τα εμπρός επιτυγχάνεται

ⁱ Ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας (αγγλικά: International Civil Aviation Organization, ICAO) είναι ο οργανισμός που ρυθμίζει τις διεθνείς αερομεταφορές. Είναι τμήμα του ΟΗΕ και ιδρύθηκε το 1947 σύμφωνα με τη Σύμβαση του Σικάγο του 1944 κατά τη συνδιάσκεψη για τη διεθνή πολιτική αεροπορία. Μέλη του είναι 191 χώρες και η έδρα του βρίσκεται στο Μόντρεαλ του Καναδά.

με την προωθητική δύναμη του κινητήρα, ελικοφόρου ή στροβιλοκινητήρα. Χρησιμοποιείται για την μεταφορά ανθρώπων και εμπορευμάτων.

Αεροδρόμιο (ή αερολιμένας) είναι σύνθετη διαμόρφωση χερσαίου χώρου που έχει σχεδιαστεί για να υποδέχεται και να εξυπηρετεί αεροσκάφη. Τα αεροδρόμια διακρίνονται σε στρατιωτικά (ή πολεμικά) και πολιτικά. Τα πολιτικά διακρίνονται, ανάλογα με το φορέα στον οποίον ανήκουν, σε κρατικά, ημικρατικά, δημοτικά, κοινοτικά και ιδιωτικά, ενώ ανάλογα με το είδος των πτήσεων που εξυπηρετούν διακρίνονται σε διεθνή και εσωτερικού.

Αεροπορικές εταιρείες ορίζονται ως οι εμπλεκόμενες επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται άμεσα στον τομέα των αερομεταφορών κι έχουν σαν κύρια επιδίωξη την καλύτερη δυνατή παροχή του τελικού προϊόντος στον επιβάτη, φυσικά με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Αυτό μπορεί και να οριστεί κατά την σύσταση μιας αεροπορικής εταιρείας ως χαμηλού κόστους σε αντίθεση με τις συμβατικές εταιρείες και τις εταιρείες μεταφοράς εμπορευμάτων. Σκοπός είναι η μέγιστη ποιότητα στον επιβάτη, η ύψιστη παροχή ασφάλειας, η καλύτερη δυνατή ποιότητα στην ηλεκτρονική διανομή του αεροπορικού προϊόντος, η τήρηση των κανονισμών διεθνών οργανισμών αερομεταφορέων και πολιτικής αεροπορίας, οι εκμισθώσεις χρονοθυρίδων προσγειωπογείωσης με τα αεροδρόμια και η συνεργασία με εταιρείες επίγειας εξυπηρέτησης σε αυτά. Όλες οι αεροπορικές εταιρείες υπόκεινται σε νομικά πλαίσια, κανονισμούς ασφαλείας, κυβερνητικούς οργανισμούς και μη(ΙCAO), σε συβάσεις για την ασφάλεια της εναέριας κυκλοφορίας, σε συνδέσμους αρχών πολιτικής αεροπορίας(JAA) και στην τήρηση κανονισμών της Υπηρεσίας πολιτικής αεροπορίας(HCAA).

Με τον όρο **φορτίο** νοείται το βάρος ή η ποσότητα που εναποτίθεται κάπου ή μεταφέρεται.

Επιβάτης χαρακτηρίζεται ένα άτομο το οποίο ταξιδεύει με κάποιο όχημα, μη έχοντας ευθύνη για τις ενέργειες που απαιτούνται, ώστε το όχημα αυτό να φτάσει στον προορισμό του. Οι επιβάτες είναι άνθρωποι που χρησιμοποιούν λεωφορεία, επιβατικά τρένα, επιβατικά αεροπλάνα, και άλλα μεταφορικά μέσα. Ιστορικά, η έννοια του επιβάτη υπάρχει από τότε που ο άνθρωπος άρχισε να κατασκευάζει μεταφορικά μέσα που ήταν ικανά να χωράνε περισσότερα άτομα από αυτά που ήταν αναγκαία για τη λειτουργία τους.

Εισιτήριο ορίζεται το έγγραφο που φέρει τίτλο «Εισιτήριο Επιβάτη και Απόδειξη Αποσκευών» ή το Ηλεκτρονικό Εισιτήριο, το οποίο σε κάθε περίπτωση έχει εκδοθεί από την αεροπορική εταιρία ή εκ μέρους της και Περιλαμβάνει τους Όρους της Σύμβασης, τις σημειώσεις και τα αποκόμματα (κουπόνια). Κόστος εισιτηρίου είναι το χρηματικό αντίτιμο που έχει προσφέρει ο επιβάτης για να το αποκτήσει (χωρίς να υπολογίζεται η πιθανή προμήθεια των μεσαζόντων).

Για αεροσκάφη με κινητήρα ο χρόνος αυτός εξαρτάται από το φορτίο καυσίμου και την κατανάλωση.

Το *Εμβέλεια* ή *εύρος* είναι η απόσταση που μπορεί να πετάξει ένα αεροσκάφος, από την απογείωση μέχρι την προσγείωσή του, όπως ορίζεται από τον χρόνο κατά τον οποίο θα πρέπει να βρίσκεται σε πτήση.

1.2 Σκοπός και στόχοι

Αντικείμενο της παρούσας ερευνητικής εργασίας αποτελεί ο εντοπισμός διαθέσιμων στο διαδίκτυο πληροφοριών και βάσεων δεδομένων, με στοιχεία για αεροπορικές μεταφορές. Τα δεδομένα που επιδιώκεται να συλλεχθούν είναι όλος ο σχετικός όγκος πληροφοριών που μπορεί να εξυπηρετήσει τον παραπάνω σκοπό. Ως δεύτερο σκέλος του αντικείμενου της εργασίας αυτής παρουσιάζεται η αξιολόγηση της δυνατότητας χρήσης εργαλείων GIS και ιχνηλατών του ιστοχώρου (Web Crawlers – Web Scrapers) για τη διερεύνηση προβλημάτων αεροπορικών μεταφορών.

Ως επιμέρους στόχοι τίθενται η ανάπτυξη μεθοδολογίας για την εύρεση και αξιολόγηση νέων αεροπορικών συνδέσεων με τη χρήση των παραπάνω εργαλείων, καθώς και η συμπλήρωση της βάσης δεδομένων του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής με στοιχεία για αεροπορικές μεταφορές.

1.3 Διάρθρωση της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο περιέχονται εισαγωγικές πληροφορίες, βασικές έννοιες και ορίζεται το αντικείμενο της εργασία, ως προς τον σκοπό και τους επιμέρους στόχους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά και ανάλυση διάφορων ερευνών που σχετίζονται με το θέμα, προσεγγίζοντάς το με διάφορες οπτικές, είτε μέσω του ανταγωνισμού των αεροπορικών εταιριών συγκρίνοντας συγκεκριμένες εταιρίες, είτε με γενικότερες προσεγγίσεις, πότε εστιάζοντας και σε συγκεκριμένα αεροδρόμια και πότε όχι. Επιπλέον, παρουσιάζονται έρευνες και πληροφορίες για τα επιμέρους θέματα, της ζήτησης και της χωρητικότητας, που απασχολούν την εργασία.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρατίθενται πληροφορίες για την ανάπτυξη του απαραίτητου θεωρητικού υποβάθρου. Τέτοιες πληροφορίες, όπως οι κατηγοριοποιήσεις των αεροσκαφών, ο συσχετισμός βάρους εύρους αεροσκάφους, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των αεροδρομίων, χρησιμοποιούνται άμεσα στην έρευνα, ενώ άλλες, όπως για την διαχείριση και μεταφορά του φορτίου, έμμεσα συμπληρώνονται μια πιο ολοκληρωμένη οπτική για το θέμα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, αναπτύσσεται το μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται όλη η πορεία από τη συλλογή δεδομένων, τους τρόπους

χρήσης των εργαλείων (GIS, Ιχνηλάτες του ιστοχώρου), μέχρι την ανάπτυξη του τρόπου αντιμετώπισης του προβλήματος.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, γίνεται εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας με επίκεντρο την Ελλάδα, και ως προέκταση αυτής το αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος και της αεροπορικής εταιρίας «Aegean Airlines». Ως περιοχή ενδιαφέροντος, για την ανάπτυξη νέων αεροπορικών συνδέσεων ορίστηκαν η Μέση Ανατολή, η Βόρεια Αφρική και οι Χώρες της Ασίας με την κατάληξη -σταν.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα συμπεράσματα και οι παρατηρήσεις για την εφαρμογή.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Ο όρος βιβλιογραφική επισκόπηση προσδιορίζει την αποτύπωση του υπό εξέταση θέματος, όπως αυτό εμφανίζεται και παρουσιάζεται σε διαφορετικές βιβλιογραφικές πηγές, με στόχο να διαμορφώσουμε άποψη για το αντικείμενο, αλλά και για το περιβάλλον, το οποίο θέλουμε να ερευνήσουμε, καθώς και τις εξελικτικές τάσεις, δεδομένου ότι σημαντική πηγή πληροφόρησης δεν αποτελούν τόσο τα μεμονωμένα γεγονότα, όσο οι μεταβολές που παρουσιάζουν στο χώρο και στο χρόνο (Bruce 1994, Cooper 1998).

Στις ενότητες που ακολουθούν, παρατίθενται και αναλύονται κατηγοριοποιημένες επιστημονικές μελέτες, δημοσιεύσεις και έρευνες, η επιλογή των οποίων έγινε βάσει της εκτιμώμενης σημασίας που έχουμε για το θέμα της διπλωματικής μου εργασίας ή τα ειδικότερα ερωτήματα που τίθενται προς διερεύνηση.

Πιο συγκεκριμένα, τα θέματα που θα αναφερθούν αποτελούν ο ανταγωνισμός μεταξύ των αεροπορικών εταιριών, οι διάφορες μεθοδολογίες για τον υπολογισμό της ζήτησης επιβατών και φορτίου, καθώς και θέματα χωρητικότητας ενός αεροδρομίου.

2.1 Ανταγωνισμός μεταξύ αεροπορικών εταιριών

Το θέμα του ανταγωνισμού μεταξύ των αεροδρομίων και των αεροπορικών εταιριών έχει προσεγγιστεί με διάφορες οπτικές και τρόπους ανά περιόδους. Σε όλες τις έρευνες, που θα παρουσιαστούν παρακάτω, η ζήτηση και η προσφορά είναι άμεσα συνδεδεμένες με την ανάλυση που γίνεται για την αξιολόγηση και την σύγκριση μεταξύ αεροπορικών εταιριών και αεροδρομίων. Επιπλέον ένα βασικό περιορισμό για την ανάπτυξη ενός αεροδρομίου αποτελεί η χωρητικότητα του (Branko Bubalo , 2011). [3]

Το θέμα έχει διερευνηθεί συστηματικά για τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής με διάφορες προσεγγίσεις. Τέτοιες έρευνες είναι των Dan Luo (2013) [4], Ying Shen (2017) [5] και του Morrison, Steven A.(2001) [6] θέτοντας προς διερεύνηση τον ανταγωνισμό μέσω της επιλογής μιας συγκεκριμένης αεροπορικής εταιρίας. Σε θέμα ανταγωνισμού στο σύνολο της αεροπορικής βιομηχανίας των Η.Π.Α, εστιάζουν οι μελέτες των Jan K. Brueckner (2013) [4], Federico Ciliberto, Charles Murry, Elie T. Tamer (2016) [5], Michael J. Mazzeo (2003) [6], καθώς και του Tony Grubesic (2016) [7], στην οποία γίνεται χρήση εργαλείων GIS. Τέλος, διερευνάται ο ανταγωνισμός στις Η.Π.Α., με επίκεντρο αεροπορικές εταιρίες χαμηλού κόστους, στις έρευνες των Nicholas G. Rupp (2016) [8] και Kerry M. Tan (2015) [12]. Ωστόσο στην παρούσα έρευνα θα παρουσιαστούν έρευνες με επίκεντρο τις περιοχές της Μέσης Ανατολής και της Ασίας.

Η έρευνα των Jan Vespermann, Andreas Wald, Ronald Gleich, το 2008 [9] έχει σκοπό να αναλύσει τις εξελίξεις στον τομέα των αερομεταφορών στη Μέση Ανατολή. Αρχικά, παρατηρείται ότι οι χώρες του Περσικού κόλπου, και συγκεκριμένα τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, προσπαθούν πέρα από τις εξαγωγές πετρελαίου να αυξήσουν τη δυναμική τους και στις αερομεταφορές. Για αυτό έχουν γίνει μεγάλες επενδύσεις στα αεροδρόμια των χωρών, καθώς και στους στόλους των αεροπορικών εταιριών που εδράζονται εκεί. Εκτιμάται ότι οι αεροπορικές εταιρίες αυτών των χωρών θα αποτελέσουν έναν ισχυρό ανταγωνιστή τα επόμενα χρόνια. Παρόλα αυτά, η ζήτηση για αερομεταφορές προς αυτή την περιοχή δεν είναι τόσο μεγάλη για να αιτιολογήσει αυτές τις επενδύσεις. Για αυτό τα αεροδρόμια αυτά με τις αντίστοιχες αεροπορικές που τα χρησιμοποιούν ως έδρα επιδιώκουν να λειτουργήσουν ως κόμβος για τις αερομεταφορές μεταξύ Ευρώπης και Αμερικής με την Ασία. Τέλος διερευνώνται τρόποι πιθανής στρατηγικής αντιμετώπισης αυτών των αλλαγών από αεροπορικές εταιρίες και αεροδρόμια της Ευρώπης. Παρατηρείται βέβαια ότι οι αεροπορικές εταιρίες, που εδράζονται στη συγκεκριμένη περιοχή, πράγματι τελικά τα κατάφεραν να αλλάξουν τα δεδομένα στις αερομεταφορές (John F. O'Connell, Oriol Escofet Bueno, 2016). [10]

Για την έρευνα αυτή, αρχικά γίνεται μια ποιοτική ανάλυση των προβλέψεων για τις εξελίξεις στην περιοχή της Μέσης Ανατολής. Αυτή αποσκοπεί στο να προσφέρει μια γενική εικόνα για το πώς θα διαμορφωθεί η αγορά στο μέλλον και να αναδείξει την επιρροή αυτών των αλλαγών στην ευρωπαϊκή αγορά των αερομεταφορών. Επίσης παρουσιάζονται οι συνδέσεις που εξυπηρετούν αεροπορικές εταιρίες της Ευρώπης και της Μέσης Ανατολής με προορισμό την Ασία. Με βάση αυτά τα στοιχεία γίνεται μια πρώτη σύγκριση μεταξύ των εταιριών που εξυπηρετούν τις περιοχές ενδιαφέροντος και ανταγωνίζονται για ένα μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς.

Μεταφορείς Μ. Ανατολής

	«Εν ενεργεία» "Incumbents"				Middle Eastern Carriers			M. Όρος Average
	British Airways	Lufthansa	Air France	M. Όρος Average	Emirates Airlines	Qatar Airways	Ethihad	
(1) East Asia	4	11	7	7,3	7	6	3	5,3
(2) South Asia	8	8	4	6,7	18	16	12	15,3
(3) South East Asia	2	5	4	3,7	6	9	13	9,0
(4) Oceania	1	0	1	0,7	6	0	2	2,7
Total Σύνολο	15	24	16	16	36	31	30	

Πίνακας 2.1 : Αριθμός προορισμών ανά αεροπορική εταιρία // Πηγή : [9]

Επιπροσθέτως, παρουσιάζεται μια συγκριτική μελέτη για το λειτουργικό κόστος μεταξύ των αεροπορικών εταιριών της Ευρώπης και της Μέσης Ανατολής. Αυτή έχει ως σκοπό να παρουσιάσει τις ευνοϊκές συνθήκες, υπό τις οποίες λειτουργούν οι αεροπορικές εταιρίες της Μέσης Ανατολής σε σχέση με της Ευρώπης.

Για να μπορέσει να καταλήξει σε πιο συγκεκριμένα συμπεράσματα η έρευνα επιλέγει για περαιτέρω μελέτη την αεροπορική εταιρία «Lufthansa Airlines» και το αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης, το οποίο χρησιμοποιεί ως έδρα. Επιπλέον θεωρεί άμεσο

ανταγωνιστή την αεροπορική εταιρία «Emirates Airlines» με έδρα το αεροδρόμιο του Ντουμπάι (κωδικός αεροδρομίου – IATA: DBX). Οπότε σαν βασικό θέμα θέτει την σύγκριση των πτήσεων με αφετηρία το αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης προς αεροδρόμια της Ασίας, είτε με απευθείας πτήσεις μέσω της «Lufthansa Airlines», είτε μέσω πτήσεων με μετεπιβίβαση στο αεροδρόμιο του Ντουμπάι μέσω της «Emirates Airlines». Για να εξάγει συμπεράσματα και να συγκρίνει τους δυο τρόπους σύνδεσης, συλλέγει δεδομένα για την τιμή των εισιτηρίων, τη διάρκεια των πτήσεων και τον αριθμό στάσεων, όπως παρατηρείται και στον παρακάτω πίνακα. Για την δημιουργία του, κάθε αριθμός βασίζεται σε 10 πτήσεις μετ' επιστροφής κατά μέσον όρο. Οι ημερομηνίες πτήσης επιλέχθηκαν τυχαία κατά την διάρκεια ενός εξαμήνου με ημερομηνία έναρξης 17/03/2008. Η πτήση επιστροφής επιλέχθηκε 7 μέρες μετά την πτήση αναχώρησης. Το είδος της θέσης ορίστηκε ως «οικονομική». Τα κριτήρια που ορίσε για τη σύγκριση, ήταν το κόστος του εισιτηρίου, ο συνολικός χρόνος ταξιδιού και ο χρόνος αναμονής

Destination	Προορισμός	East Asia		South East Asia		Oceania	
		Tokyo (HND)	Seoul (ICN)	Kuala Lumpur (KUL)	Singapore (SIN)	Sydney (SYD)	Auckland (AKL)
<i>Lufthansa German Airlines (LH)</i>							
Estimated Travel time (h)	Χρόνος	11:00	11:00	14:00	12:00	24:00	26:00
Stops	Στάσεις	0	0	1	0	1	1
Price (LH = 100)	Τιμή	100	100	100	100	100	100
<i>Emirates Airlines (EK)</i>							
Estimated Travel time (h)	Χρόνος	27:00	19:00	18:00	16:30	27:00	36:00
Stops	Στάσεις	1	1	1	1	1	3
Price (LH = 100)	Τιμή	103,50	104,37	88,74	87,73	74,81	63,22

Πίνακας 2.2 : Σύγκριση αεροπορικών συνδέσεων // Πηγή : [9]

Μια ανάλυση για τα δίκτυα (σύστημα) κόμβου – ακτίνων (Hub and spokeⁱ) και για το πώς επηρεάζουν τις αερομεταφορές, έχει πραγματοποιηθεί και μέσω της έρευνας του Morton E O’Kelly το 1998 [11]. Ωστόσο η συγκεκριμένη έρευνα δεν έθεσε θέματα ανταγωνισμού, αλλά εξέτασε τα δίκτυα αυτά από άποψη λειτουργικότητας, και ανέδειξε τα πλεονεκτήματά τους για τις αεροπορικές εταιρίες.

Όσον αφορά τα αεροδρόμια της Μέσης Ανατολής, καθώς και τη σύγκρισή τους με άλλα γειτονικά αεροδρόμια τύπου «Hub», η έρευνα των Nicole Adler, Niron Hashai, που δημοσιεύτηκε το 2005, [16] εστιάζει σε αυτό το θέμα. Η έρευνα αυτή αποσκοπεί στην εκτίμηση πιθανών διαπεριφερειακών ροών στη Μέση Ανατολή και των γειτονικών της χωρών, καθώς και στη δυναμική των αεροδρομίων τύπου «Hub» στην περιοχή. Τέτοια αεροδρόμια ήταν αυτά της Κωνσταντινούπολης και του Τελ-Αβίβ.

ⁱ Θα χρησιμοποιείται ο αγγλικός όρος από εδώ και στο εξής στην παρούσα έρευνα.

Για την έρευνα αυτή εκτιμήθηκαν αρχικά ροές επιβατών και έγιναν προβλέψεις για τη ζήτηση με κύριο δείκτη το ΑΕΠ. Εδώ χρησιμοποιήθηκε ένα μαθηματικό μοντέλο υπολογισμού για ένα ζευγάρι χωρών. Σε δεύτερο στάδιο βρέθηκαν τα υπόλοιπα αεροδρόμια τύπου «Hub» στην περιοχή και αξιολογήθηκαν οι διαφορετικές συνδέσεις μεταξύ των αεροδρομίων από άποψη κόστους, διάρκειας πτήσης, καθώς και με βάση τις γεωγραφικές τους θέσεις. Ομοίως και η μελέτη των Wooi Leng Ong, Andrew K.G. Tan [17], η οποία έχει σκοπό να συγκρίνει δύο αεροπορικές εταιρίες της Ασίας, επικεντρώνεται στο θέμα του υπολογισμού της ζήτησης και πώς αυτή επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η τιμή του εισιτηρίου, καθιστώντας τη μία εταιρία προτιμότερη. Όσον αφορά, λοιπόν, τη ζήτηση στις αερομεταφορές θα υπάρξει ξεχωριστή αναφορά στο κομμάτι της βιβλιογραφίας (Κεφάλαιο 2.2.).

Ένα από τα συμπεράσματα είναι ότι κάποια αεροδρόμια περιορίζονται στο να γίνουν σημαντικοί κόμβοι και να αυξήσουν την επιβατική τους κίνηση λόγω περιορισμών στη χωρητικότητα τους. Αυτό το συμπέρασμα εμφανίζεται και στην έρευνα των Renato Redondi, Sveinn Vidar Gudmundsson το 2016 [18], όπου το αεροδρόμιο του Heathrow εμφανίζεται να επηρεάζεται από το γεγονός ότι έχει φτάσει στα όρια της χωρητικότητας του.

Μία διαφορετική οπτική πάνω στο ζήτημα δίνεται μέσω της έρευνας των John F. O'Connell, Oriol Escofet Bueno το 2016 [14]. Όπως αναφέρθηκε, οι αεροπορικές εταιρίες της Μέσης Ανατολής έχουν επιτύχει να αλλάξουν τους συσχετισμούς στις αερομεταφορές. Ενώ όταν οι επιβάτες στο παρελθόν ήθελαν να ταξιδέψουν από τη Δύση στην Ανατολή, η μετακίνηση πραγματοποιούνταν μέσω των ευρωπαϊκών αεροδρομίων τύπου «Hub», τα τελευταία χρόνια η ραγδαία ανάπτυξη των αεροπορικών εταιριών με έδρα χώρες του Περσικού κόλπου έχουν αλλάξει τα δεδομένα. Εταιρίες, όπως η «Emirates Airlines» και η «Qatar Airways», έχουν μετατρέψει τα αεροδρόμια που εδράζονται, σε παγκόσμιους αεροπορικούς κόμβους. Σκοπός της έρευνας ήταν να αξιολογήσει και να συγκρίνει τα αεροδρόμια τύπου «Hub» του Περσικού κόλπου και να τα συγκρίνει με αντίστοιχα αεροδρόμια στην Ευρώπη.

Η διαφορά είναι ότι η έρευνα αυτή δεν ασχολήθηκε με το κομμάτι της ζήτησης, αλλά προσέγγισε το θέμα με βάση την προσφορά των πτήσεων από τις αεροπορικές εταιρίες. Για να πραγματοποιήσει τη σύγκριση επέλεξε μια τυχαία μέρα και συνέλεξε στοιχεία για τις πτήσεις των αεροπορικών εταιριών που εδράζονται στο κάθε αεροδρόμιο. Πιο συγκεκριμένα, εντοπίστηκαν όλες οι πτήσεις και υπολογίστηκαν οι χρόνοι αναμονής μεταξύ των πτήσεων στο αεροδρόμιο. Για να είναι αποδεκτοί οι χρόνοι αναμονής στο αεροδρόμιο, αν και ο «Danesi (2006)» προτείνει ως αποδεκτό χρόνο τα 180 λεπτά, τα 240 λεπτά κρίθηκαν καταλληλότερα ως άνω όριο αναμονής για τις ηπειρωτικές διηπειρωτικές μεταφορές, με βάση άλλες αναλύσεις (Bootsma, 1997, Burghouwtand de Wit, 2005). Σύμφωνα με τη μελέτη του «Seredynskietal (2014)» και με τον υπολογισμό ενός μέσου όρου πτήσης μήκους 5.430 χλμ. από τα δεδομένα της

OAG για τους επιλεγμένους μεταφορείς, το χρονικό περιθώριο των 240 λεπτών καλύπτει περισσότερο από το 80% των κρατήσεων.

Η σύγκριση μεταξύ των αεροπορικών εταιριών έγινε με βάση το μέσο αριθμό των πτήσεων στις οποίες υπάρχει η δυνατότητα για μετεπιβίβαση στο αεροδρόμιο που εδράζεται, καθώς και ενός δείκτη που υπολογίστηκε βάσει του χρόνου αναμονής. Οι διαθέσιμες πτήσεις διαχωρίστηκαν σε γρήγορης και αργής μετεπιβίβασης με βάση τον παραπάνω δείκτη. Επιπλέον διακρίθηκαν με βάση το πλήθος των πτήσεων και της απαιτούμενης αναμονής ανά περιοχή προορισμού.

Βάσει των παραπάνω αξιολογήθηκε η δυναμική των αεροδρομίων και των αντίστοιχων εταιριών που εδράζονται, ως προς τη λειτουργία τους ως κόμβους μετεπιβιβάσεων. Επιπλέον συγκρίθηκαν μεταξύ τους και δόθηκε η γενική εικόνα των συσχετισμών που επικρατούν μεταξύ αυτών των χωρών.

Μία έρευνα με παρόμοια προσέγγιση στο θέμα, αλλά με επίκεντρο τον ανταγωνισμό μεταξύ αεροδρομίων της Ασίας στο θέμα της αερομεταφοράς φορτίου δημοσιεύτηκε από τους «Jinn-Tsai Wong, Yi-Shih Chung, Pi-Yuan Hsu, 2016» [12]. Στα πλαίσια αυτής της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν δείκτες για τη γεωγραφική θέση του κάθε αεροδρομίου με βάση την απόστασή του από άλλα μεγάλα αεροδρόμια που συμμετέχουν ενεργά στη διακίνηση αεροπορικού φορτίου. Επιπροσθέτως, μελετήθηκε η σύνθεση του στόλου των αεροπορικών εταιριών που εδράζονται στα αεροδρόμια και η συχνότητα των διαθέσιμων πτήσεων. Τα αεροδρόμια που μελετήθηκαν δεν αποτελούσαν απαραίτητα «Hub». Παρατηρώντας τα αποτελέσματα, τα αεροδρόμια αυτά υστερούσαν σε ανταγωνιστικότητα σε σχέση με τα αεροδρόμια τύπου «Hub». Μία άλλη μελέτη πάνω στο αεροπορικό φορτίο έγινε από τους «John Gardiner, Stephenlson, Ian Humphreys, 2005» [20], η οποία εστίασε με λεπτομέρεια στην εύρεση και την αξιολόγηση των παραγόντων που μπορεί να επηρεάσουν στην επιλογή αεροδρομίου και αεροπορικής εταιρίας. Το θέμα των δυνατοτήτων ενός αεροδρομίου για την ανάπτυξή του στον τομέα της διακίνησης αεροπορικού φορτίου διερευνήθηκε και από την «Kjell-ÅkeBrorsson, 2016» [21] για το αεροδρόμιο της Στοκχόλμης.

Με τον ανταγωνισμό μεταξύ αεροδρομίων στην περιοχή της Ασίας ασχολήθηκε και η έρευνα του «Yonghwa Park, 2003» [22]. Τα βασικά θέματα που αναλύθηκαν ήταν η ζήτηση, η υποδομή, η εξυπηρέτηση, ο τρόπος διαχείρισης και η γεωγραφική θέση του αεροδρομίου. Με τα αποτελέσματα σε αυτούς τους τομείς και με τη χρήση τους σε μαθηματικές σχέσεις, αξιολογήθηκαν τα αεροδρόμια της περιοχής.

2.2 Μεθοδολογίες υπολογισμού ζήτησης

Η δυναμική της ζήτησης στον τομέα των αεροπορικών μεταφορών αλλάζει κατά τα διάφορα στάδια της οικονομικής εξέλιξης μιας χώρας. Αναδυόμενες αγορές ανά τον κόσμο δείχνουν ότι οι αερομεταφορές αποτελούν ένα από τα πρώτα διακριτά έξοδα

που πρέπει να προστεθούν στους καταναλωτές που εντάσσονται στην παγκόσμια μεσαία εισοδηματική τάξη. Καθώς η επιβατική ζήτηση μιας αναδυόμενης οικονομίας αρχίζει να εξελίσσεται, σε πρώτο στάδιο μπορεί να πάρει κυρίαρχη μορφή μέσω μη προγραμματισμένων ταξιδιών αναψυχής και μεταγενέστερα να εξελιχθεί σε πολλαπλές προγραμματισμένες μετακινήσεις.

Η ζήτηση αποτελεί ένα πολύπλοκο μέγεθος όσον αφορά τον υπολογισμό της, καθώς εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Μία βασική διαφοροποίηση μεταξύ αυτών των παραμέτρων αποτελεί ο διαχωρισμός τους σε οικονομικές και ποιότητας εξυπηρέτησης. Βάσει των παραπάνω παραγόντων μπορούμε να καταλήξουμε σε εκτιμήσεις ως προς τη ζήτηση είτε μέσω μαθηματικών μοντέλων είτε μέσω ποιοτικών αλληλεπιδράσεων.

Οι μέθοδοι πρόβλεψης της ζήτησης βασίζονται είτε σε μαθηματικά μοντέλα χρησιμοποιώντας ιστορικά δεδομένα προηγουμένων περιόδων, είτε σε ποιοτικές μεθόδους χρησιμοποιώντας την εμπειρία ή σε συνδυασμούς αυτών των δύο. Λόγω του πλήθους, αλλά και της δυσκολίας να εκφραστούν όλες οι παραπάνω μεταβλητές σε ένα μαθηματικό μοντέλο, οι προβλέψεις εγκυμονούν μεγάλα περιθώρια λάθους. Κάποιες μεταβλητές, όπως το ΑΕΠ, είναι πολύ εύκολο να ποσοτικοποιηθούν, σε αντίθεση με τις μεταβολές στο ρυθμιστικό περιβάλλον. Επιπλέον η ζήτηση για μια συγκεκριμένη αεροπορική μετακίνηση, επηρεάζεται και από τις εναλλακτικές επιλογές που υπάρχουν (π.χ τρένο, αμάξι), το κόστος τους και την ποιότητά τους (D.J.Ashley[23]). Για το λόγο αυτό, η πρόβλεψη μιας ζήτησης απαιτεί πιο προσεκτική κριτική προσέγγιση όταν είναι υπαρκτοί οι παράγοντες, οι οποίοι είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν, όπως οι παραπάνω.

Με σκοπό την αξιολόγηση και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων για τον υπολογισμό της μελλοντικής ζήτησης έχουν πραγματοποιηθεί ιστορικά πολλές έρευνες. Κάποιες από αυτές είναι αυτή των «Seraj Y. Abed, Abdullah O. Ba-Fail, Sajjad M. Jasimuddin, 2001» [24], με σκοπό να αναλύσει και να προβλέψει τις εξελίξεις στη ζήτηση για αερομεταφορές στη Σαουδική Αραβία, των «Shu - Chuan Chen, Shih - Yao Kuo, Kuo - Wei Chang and Yi - Ting Wang, 2012» [13], με σκοπό να προβλέψει την αύξηση του αριθμού επιβατών και του αεροπορικού φορτίου μεταξύ Ιαπωνίας και Ταιβάν, των «Rafael Bernardo Carmona - Benítez, María Rosa Nieto-Delfín, 2015» [26] και των «Erma Suryani, Shuo- Yan Chou, Chih - Hsien Chen, 2009» [14] που πέρα από μεθόδους υπολογισμού της ζήτησης, τη συνδέει και με διάφορα σενάρια αύξησης της χωρητικότητας ενός αεροδρομίου. Σε αυτές χρησιμοποιούνται διάφορα μαθηματικά μοντέλα για τον υπολογισμό της ζήτησης, όπως το MAPE, BPN, RMSE, MAE (MAD), MSE, SSE, IMM, Loop, κ.α.. Προκειμένου να είναι αποτελεσματικά τέτοια μοντέλα φτάνουν στο σημείο να χρησιμοποιούν μέχρι και 20 διαφορετικές μεταβλητές κατά την πρόβλεψη μίας επιβατικής ροής μεταξύ δύο χωρών ή δυο αεροδρομίων. Για παράδειγμα στο μοντέλο BPN, παρατηρούνται πολύ καλές προβλέψεις, αλλά ο όγκος

των δεδομένων που απαιτείται είναι τεράστιος. Στο παρακάτω διάγραμμα, αποτυπώνεται η πρόβλεψη ζήτησης – αεροπορικού φορτίου και η σχέση της με τις πραγματικές τιμές της, μέσω του μοντέλου BPN.

Τέτοιοι παράγοντες, που λαμβάνονται υπόψη στα διάφορα μαθηματικά μοντέλα, διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες : τους οικονομικούς και του επιπέδου εξυπηρέτησης. Οι οικονομικοί παράγοντες σχετίζονται με μεγέθη που αφορούν την οικονομική κατάσταση μιας χώρας και των κατοίκων της. Αναλυτικότερα, τέτοια μεγέθη αποτελούν (α) το ΑΕΠⁱ(GDP), (β) το κατά κεφαλήν ΑΕΠ (GDP per capita), δεδομένου ότι το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν μίας χώρας είναι ισότιμα μοιρασμένο σε όλους τους κατοίκους της, (γ) το κατά κεφαλήν εισόδημαⁱⁱ, (δ) το εμπόριο όσον αφορά τις εισαγωγές – εξαγωγές της κάθε χώρας, (ε) ο τουρισμός ,(στ) το εργατικό δυναμικό, (ζ) η απελευθέρωση μέσω συμφωνιών μεταξύ χωρών και (η) η τιμή του εισιτηρίου σε συνδυασμό με τον αριθμό πτήσεων ανά ημέρα και την απόσταση.

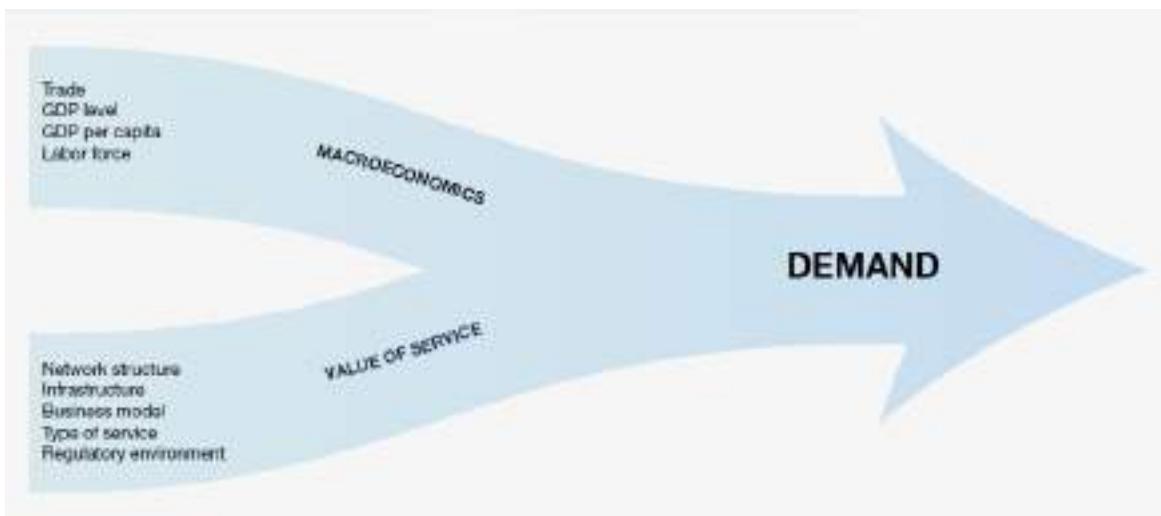
Όσον αφορά στους ποιοτικούς παράγοντες σχετίζονται με μεγέθη που αφορούν τις συνθήκες που επικρατούν στις αερομεταφορές σε μια χώρα. Δηλαδή, τέτοια μεγέθη αποτελούν (α) η υποδομή στις εγκαταστάσεις, (β) η δομή του δικτύου των αερομεταφορών, (γ) το επιχειρηματικό μοντέλο των εταιριών που εξυπηρετούν τη συγκεκριμένη χώρα, (δ) η αστικοποίηση (ε) το επίπεδο εξυπηρέτησης και (στ) το ρυθμιστικό περιβάλλονⁱⁱⁱ.

Άλλοι παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν μέσω μαθηματικών μοντέλων για τον υπολογισμό της ζήτησης και του μεριδίου στην αγορά μεταξύ δύο αεροπορικών εταιριών σχετίζονταν με το μέγεθος του αεροσκάφους και τη διαθεσιμότητα των επιβατικών θέσεων (Wenbin Wei, Mark Hansen, 2004). [15] Ακόμα και η συσχέτιση της πτώσης της οικιστικής αξίας στην Αμερική έχει αναλυθεί, με σκοπό τον συσχετισμό της με τις μεταβολές στις επιβατικές κινήσεις. (Dipasis Bhadra, 2012)[29]

i Το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ή ΑΕΠ) (αγγλ. Gross Domestic Product - GDP) είναι το σύνολο όλων των προϊόντων και αγαθών που παράγει μια οικονομία, εκφρασμένο σε χρηματικές μονάδες.

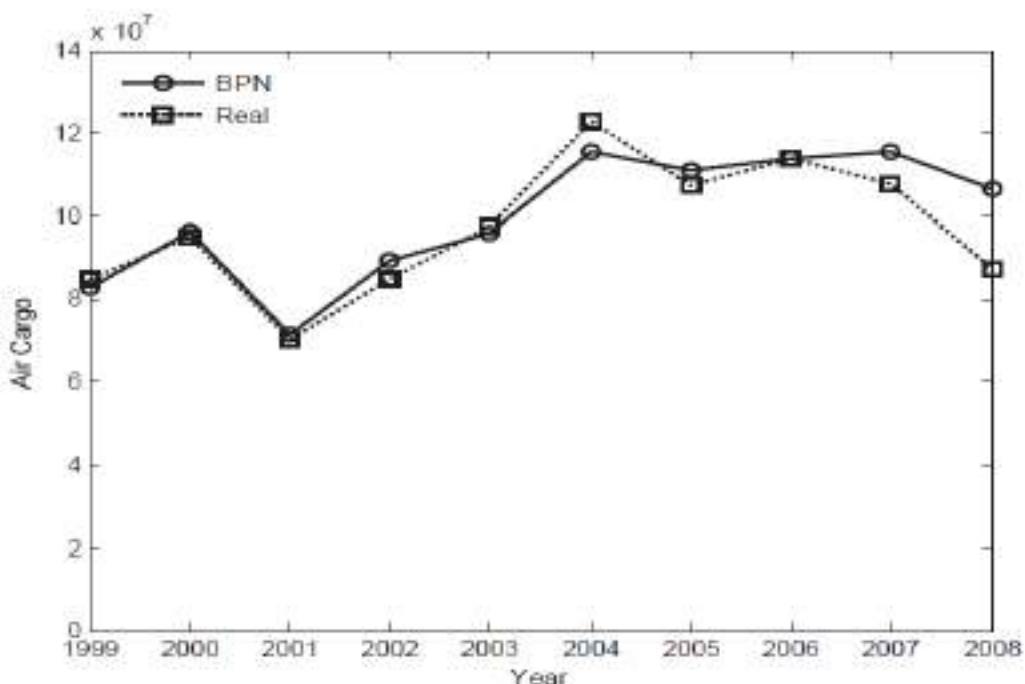
ii Το κατά κεφαλήν εισόδημα είναι το εισόδημα που αναλογεί κατά μέσο όρο σε κάθε κάτοικο μιας συγκεκριμένης χώρας ανεξάρτητα από τη συμμετοχή του στην παραγωγική διαδικασία. Υπολογίζεται ως το ακαθάριστο εθνικό εισόδημα (GNI) διαιρεμένο με τον πληθυσμό της χώρας.

iii Το ρυθμιστικό περιβάλλον αναφέρεται στο σύνολο των κανόνων και των περιορισμών που εφαρμόζονται από τα κράτη σε διεθνές επίπεδο στον τομέα των αερομεταφορών.



Σχήμα 2.2 : Παράγοντες που ωθούν την ζήτηση για αερομεταφορές // Πηγή : [2]

S.-C. Chen et al.



Διάγραμμα 2.1 : Προβλέψεις ζήτησης και πραγματικές τιμές με βάση το μοντέλο BPN //
Πηγή: [13]

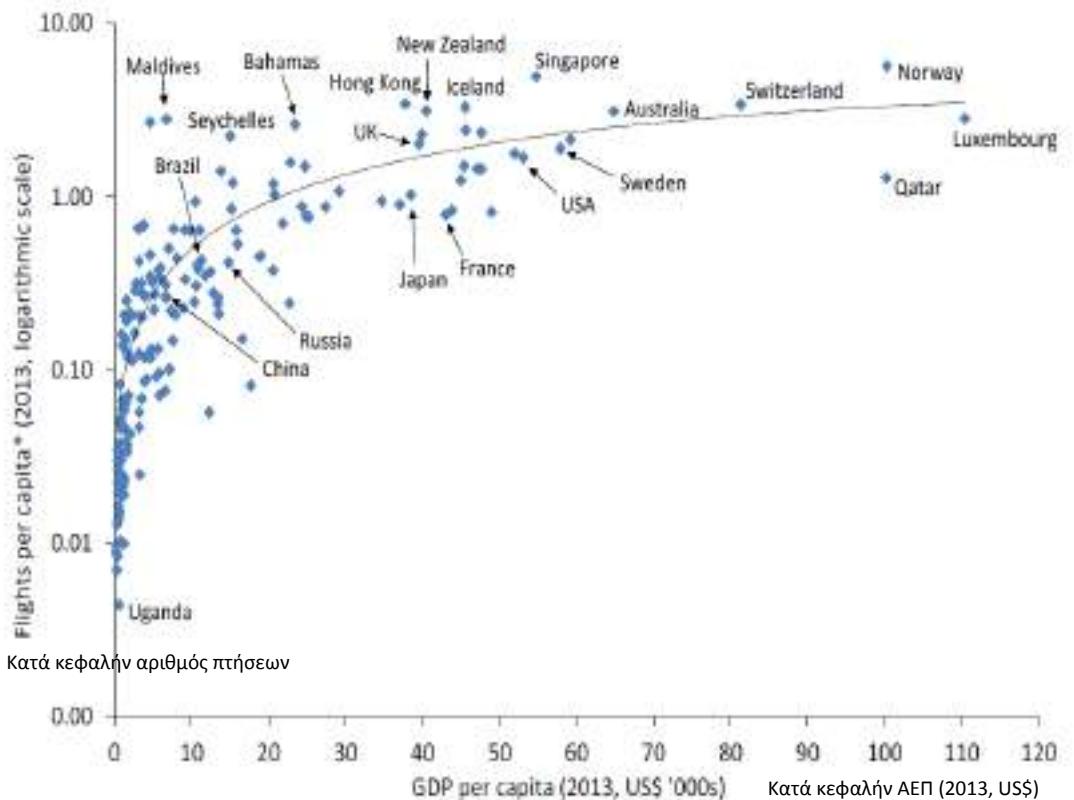
Προκειμένου να υπάρξουν ικανοποιητικά αποτελέσματα βάσει των παραπάνω παραγόντων, θα πρέπει αυτοί να εξετάζονται χωριστά για κάθε επιβατική ροή μεταξύ δύο χωρών ή δύο περιοχών. Αυτό συμβαίνει διότι, οι διαφορετικές ροές μεταξύ τους, ενδέχεται να έχουν διαφορετικές συνθήκες και ως εκ τούτου οι παράγοντες να

μεταβάλλονται ανάλογα. Για παράδειγμα, σε αναδυόμενες αγορές η αύξηση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ επηρεάζει σημαντικά την αύξηση της επιβατικής κίνησης. Αντίθετα, σε μια αναπτυγμένη αγορά η ποιότητα και το επίπεδο εξυπηρέτησης μπορεί να αποτελέσουν έναν εξίσου σημαντικό παράγοντα. Ωστόσο, υπάρχει η δυνατότητα να γίνουν ποιοτικές προβλέψεις για τη ζήτηση χωρίς τη χρήση πολύπλοκων μαθηματικών μοντέλων. Υπάρχουν πολλές στατιστικές αναλύσεις που έχουν γίνει για τα υπάρχοντα δεδομένα, ώστε με βάση αυτές να γίνεται εύκολα αντιληπτή η μεταβολή στην επιβατική ζήτηση ανάλογα με τις μεταβολές στους παράγοντες που την επηρεάζουν.

Σύμφωνα με τις στατιστικές αναλύσεις, στην έρευνα του «Brian Pearce, IATAⁱ, 2016» [16], με σκοπό τη συσχέτιση της ζήτησης για αερομεταφορές με τους παράγοντες που την επηρεάζουν, συμπεραίνει ότι το κατά κεφαλήν ΑΕΠ αποτελεί το βασικότερο παράγοντα μέχρι ένα όριο για την αύξηση της ζήτησης στις αερομεταφορές. Όπως αναφέρθηκε, ανάλογα με τον αν μια αγορά είναι αναπτυγμένη ή αναπτυσσόμενη, οι παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση έχουν διαφορετική βαρύτητα. Είναι εμφανές ότι με την αύξηση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ, ειδικά σε χώρες όπου οι πολίτες έχουν χαμηλό εισόδημα, αλλά και γενικά εισόδημα κάτω από είκοσι χιλιάδες «US\$»ⁱⁱ, αυξάνονται άμεσα οι πτήσεις ανά άτομο. Ωστόσο στις αναπτυγμένες οικονομίες, όπου οι πολίτες έχουν υψηλό εισόδημα, η αύξηση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ παύει να έχει τόσο μεγάλη επιρροή στα ταξίδια ανά άτομο. Όπως βλέπουμε και στο διάγραμμα 2.2., όσο το κατά κεφαλήν ΑΕΠ μεγαλώνει, ο αριθμός των πτήσεων σταματάει να ακολουθεί την αύξηση σε μεγάλο βαθμό, όπως παρατηρείται από την απόσταση των σημείων από την καμπύλη, και αρχίζουν να έχουν νευραλγική σημασία άλλοι παράγοντες.

ⁱ Η Διεθνής Ένωση Αερομεταφορών (αγγλικά: International Air Transport Association, IATA) είναι ένας διεθνής μη κρατικός οργανισμός αερομεταφορέων, με έδρα το Μόντρεαλ του Κεμπέκ, στον Καναδά. Οι τιμές των εισιτηρίων μεταξύ των αεροπορικών εταιρειών καθορίζονται μέσω της IATA.

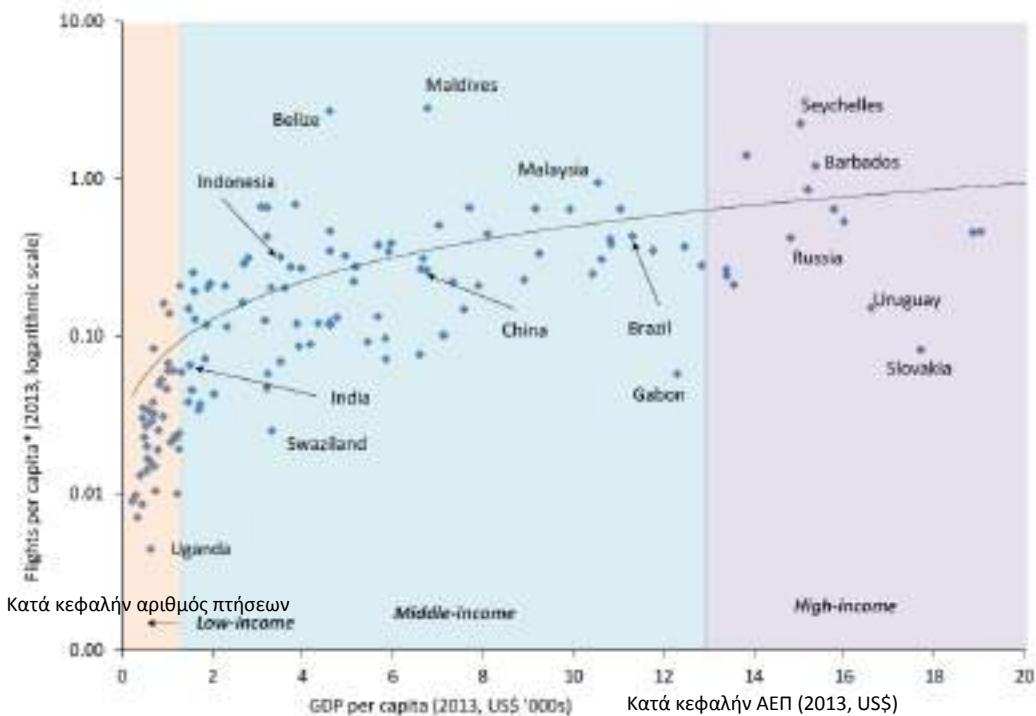
ⁱⁱ Το «US\$» είναι το νομισματικό συνάλλαγμα των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής.



Διάγραμμα 2.2 : Συσχέτιση πτήσεων με το κατά κεφαλήν ΑΕΠ // Πηγή : IATA

	Ταξίδια ανά έτος και ανά άτομο	Μήνες μέχρι το επόμενο ταξίδι
Χαμηλό εισόδημα	0.04	300
Μεσαίο εισόδημα	0.29	41
Υψηλό εισόδημα	1.48	8
Κάτω από 20 χιλιάδες US\$ ανά άτομο (Αναπτυσσόμενες χώρες)	0.27	44
Πάνω από 20 χιλιάδες US\$ ανά άτομο (Αναπτυγμένες χώρες)	1.8	7

Πίνακας 2.3. : Συσχέτιση πτήσεων με το κατά κεφαλήν ΑΕΠ // Πηγή : IATA



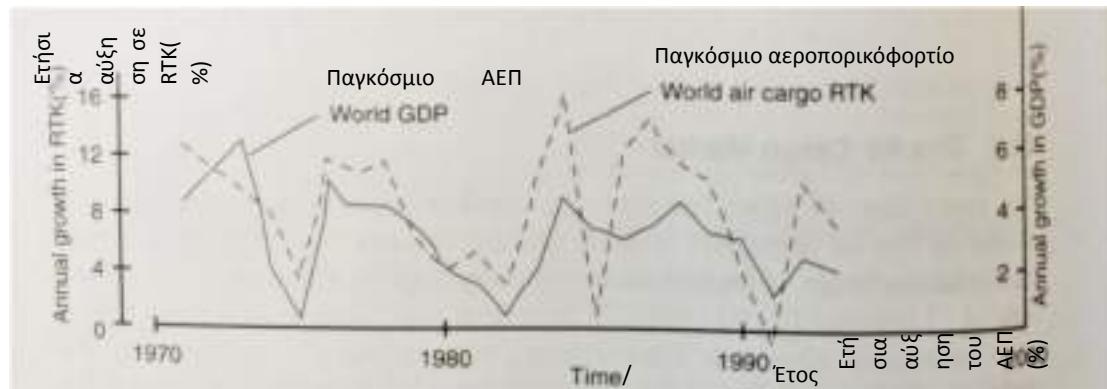
Διάγραμμα 2.3. : Συσχέτιση πτήσεων με το κατά κεφαλήν ΑΕΠ // Πηγή : IATA [30]

Οι βασικοί διαχωρισμοί όσον αφορά στην οικονομική κατάσταση των πολιτών μιας χώρας γίνονται με δύο ομαδοποιήσεις. Η πρώτη αποτελείται από τρείς εισοδηματικές κλίμακες, οι οποίες είναι α)το χαμηλό εισόδημα, με κατά κεφαλήν ΑΕΠ έως και χίλια διακόσια δολάρια(US\$), β)το μεσαίο εισόδημα, με κατά κεφαλήν ΑΕΠ από χίλια διακόσια έως και δεκατρείς χιλιάδες δολάρια(US\$) και γ)το υψηλό εισόδημα, με κατά κεφαλήν ΑΕΠ άνω των δεκατριών χιλιάδων δολαρίων(US\$). Για αυτές τις ομαδοποιήσεις γίνεται αντιληπτό ότι τα ταξίδια ανά έτος, ανά άτομο και οι μήνες μέχρι το επόμενο ταξίδι είναι κατά μέσο όρο, (α) 0.04 και 300 (β) 0.29 και 41 γ) 1.48 και 8, για κάθε εισοδηματική κατηγορία αντίστοιχα. Η δεύτερη ομαδοποίηση γίνεται μεταξύ των χωρών που έχουν κατά κεφαλήν ΑΕΠ (α) κάτω ή (β) πάνω από είκοσι χιλιάδες δολάρια(US\$). Για αυτές υπολογίζεται, κατά μέσο όρο τα ταξίδια ανά έτος, ανά άτομο και οι μήνες μέχρι το επόμενο ταξίδι είναι, (α) 0,27 και 44 και (β) 1,8 και 7 αντίστοιχα για τις δύο κατηγορίες.

Για τις αναπτυσσόμενες χώρες θεωρείται ότι για αύξηση 10% του ΑΕΠ προκύπτει αύξηση 20% των αερομεταφορών, ενώ για τις αναπτυγμένες χώρες με την ίδια αύξηση του ΑΕΠ έχουμε αύξηση της τάξης του 15 % των αερομεταφορών, δεδομένου ότι οι υπόλοιποι παράγοντες διατηρούνται σταθεροί.

Όσον αφορά το αεροπορικό φορτίο, αντίστοιχα επηρεάζεται και αυτό από όλους τους παράγοντες που αναφέρθηκαν. Ωστόσο η βαρύτητα που έχει ο καθένας είναι

διαφορετική σε σχέση με τους επιβάτες. Το αεροπορικό φορτίο είναι άμεσα συνδεδεμένο με το ΑΕΠ μια χώρας. Είναι λογικό για το αεροπορικό φορτίο να μην έχει καμία διαφορά το επίπεδο εξυπηρέτησης, οι συνθήκες πτήσης και η πολιτική της εταιρίας. Για αυτό, ενώ στις επιβατικές μετακινήσεις οι οικονομικοί παράγοντες δεν είναι κυρίαρχοι για τις χώρες με υψηλό βιοτικό επίπεδο, στο αεροπορικό φορτίο φαίνεται να μην υπάρχει καμία διαφορά.



Διάγραμμα 2.4 : Σχέση ΑΕΠ – αεροπορικού φορτίου // Πηγή : [20]

Ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει το αεροπορικό φορτίο είναι το ΑΕΠ. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 1.3, οι μεταβολές του αεροπορικού φορτίου σε μετρικούς τόνους επί χιλιόμετρα(RTK) ακολουθούν αισθητά τις μεταβολές του ΑΕΠ. [31]

Τέλος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την παρούσα έρευνα παρουσιάζουν οι μελέτες των εταιριών «Airbusⁱ» [32] και «Boeingⁱⁱ» [2], οι οποίες βασίζονται σε σύνθετες μεθόδους προβλέψεων χρησιμοποιώντας τόσο μαθηματικά μοντέλα, όσο και ποιότητες σχέσης, με σκοπό να αναλύσουν τις εξελίξεις στις αερομεταφορές μέχρι το 2035. Σκοπός αυτών των ερευνών είναι να παρουσιάσουν περιοχές και ροές μεταξύ περιοχών που στο μέλλον θα γνωρίσουν ανάπτυξη. Επιπλέον περιέχουν προβλέψεις για τη μελλοντική διαμόρφωση του αεροπορικού στόλου των εταιριών. Τα αποτελέσματα αυτών θα αποτελέσουν τον προθάλαμο για να καθοριστεί η περιοχή ενδιαφέροντος της

i Η «Airbus S.A.S.» είναι ευρωπαϊκή βιομηχανία κατασκευής αεροσκαφών. Έδρα της εταιρίας είναι η Τουλούζη, ενώ επίσης εγκαταστάσεις βρίσκονται στο Αμβούργο. Είναι θυγατρική της EADS και απασχολεί 55.000 υπαλλήλους. Ο μεγαλύτερος ανταγωνιστής της Airbus είναι η Boeing.

ii Η «The Boeing Company» είναι αμερικάνικη πολυεθνική εταιρεία, η οποία σχεδιάζει, κατασκευάζει και πουλάει αεροπλάνα, ελικόπτερα, πυραύλους και δορυφόρους. Επίσης, παρέχει χρηματοδοτική μίσθωση (Leasing) και υπηρεσίες παροχής προϊόντων. Η Boeing είναι μία από τις μεγαλύτερες εταιρίες κατασκευής αεροπλάνων, δεύτερος μεγαλύτερος αμυντικός ανάδοχος στον κόσμο και ο μεγαλύτερος εξαγωγέας στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.

συγκεκριμένης έρευνας. Σύμφωνα με αυτές στις αναπτυγμένες χώρες παρατηρείται ότι η βασική ζήτηση για αερομεταφορές έχει καλυφθεί, οπότε η εξέλιξη απαιτείται να γίνει πάνω στα χαρακτηριστικά της πτήσης. Παρατηρείται πως οι παράγοντες που επηρεάζουν κυρίαρχα την επιλογή του καταναλωτή είναι η διαθεσιμότητα κατά την περίοδο που επιθυμεί να ταξιδέψει, το οικονομικό αντίτιμο που απαιτείται, η αξιοπιστία που αντλεί ο καταναλωτής από την αεροπορική εταιρία, η τιμολόγηση των υπηρεσιών, καθώς και η ποιότητα των υπηρεσιών (π.χ. η διαθεσιμότητα των απευθείας πτήσεων).

Μέσα σε μια συγκεκριμένη περιοχή, η τάση για αερομεταφορές, όπως μετριέται σε αριθμό επιβατών ή σε χιλιόμετρα επιβάτη (RPK), γενικά αυξάνεται σε αντιστοιχία με το κατά κεφαλήν εισόδημα. Η αύξηση αυτή ποικίλει σημαντικά. Γενικά στις αγορές που είναι εύθραυστες σε μεταβολές στο κατά κεφαλήν εισόδημα, οι αεροπορικές αντιμετωπίζουν τις μεταβολές είτε με αλλαγές στις διαδρομές, είτε με αύξηση των θέσεων στις πτήσεις. Αντίθετα σε πιο σταθερές οικονομίες μπορεί η ζήτηση για αερομεταφορές να αυξηθεί, καθώς αυξάνεται και το κατά κεφαλήν εισόδημα, αλλά οι παράγοντες, όπως η χαμηλή ποιότητα της πτήσης, θα τη συγκρατήσουν σε χαμηλά επίπεδα. Τέλος, τη ζήτηση μπορούν να επηρεάσουν γεωγραφικοί παράγοντες, όπως κακές οδικές συνδέσεις μεταξύ περιοχών ή τα νησιά.

2.3 Μοντέλα υπολογισμού χωρητικότητας αεροδρομίου

Η αύξηση της χωρητικότητας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την ανταγωνιστικότητα στις αερομεταφορές τα επόμενα χρόνια. Η έλλειψη χωρητικότητας ενός αεροδρομίου περιορίζει την προσφορά δρομολογίων από τις αεροπορικές εταιρίες και οδηγεί σε πιέσεις για αύξηση των τιμών μετατοπίζοντας τη ζήτηση σε εναλλακτικούς τρόπους μεταφοράς. Η επένδυση στην ανάπτυξη της χωρητικότητας του αεροδρομίου, και κυρίως μέσω νέου διαδρόμου, απαιτεί μέχρι και 10 χρόνια, και προϋποθέτει την επίτευξη τόσο των βραχυχρόνιων, όσο και των μακροχρόνιων στόχων. Τυπικά η χωρητικότητα του συστήματος διαδρόμων καθορίζει τη χωρητικότητα του αεροδρομίου. [17]

Το βασικό μέτρο της χωρητικότητας ενός συστήματος διαδρόμων είναι η μέγιστη χωρητικότητα. Προσδιορίζει το μέσο αριθμό κινήσεων που μπορεί να εξυπηρετήσει ένα σύστημα διαδρόμων σε μια ώρα υπό συνθήκες συνεχούς ζήτησης, υπακούοντας σε όλους τους απαιτούμενους κανόνες διαχωρισμού που επιβάλλονται από τη διαχείριση του συστήματος εναέριας κυκλοφορίας (Air Traffic Management, ATM).

Το πιο παλιό μέτρο χωρητικότητας είναι η πρακτική ωριαία χωρητικότητα (PHCAP). Προτάθηκε από την «FAA»ⁱ το 1960 και ορίζεται ως ο αναμενόμενος αριθμός κινήσεων

ⁱ Η Ομοσπονδιακή Διοίκηση Αεροπορίας - ΟΔΑ (Federal Aviation Administration), γνωστή με το αρκτικόλεξο **FAA**, είναι η εθνική υπηρεσία πολιτικής αεροπορίας των ΗΠΑ, αντίστοιχη με την

που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε μια ώρα, στο σύστημα διαδρόμων με μια μέση καθυστέρηση ανά κίνηση 4 λεπτά. Άλλα μεγέθη είναι η διατηρήσιμη χωρητικότητα, η δηλωμένη χωρητικότητα, καθώς και η ετήσια χωρητικότητα.

Η ετήσια χωρητικότητα αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό μέγεθος, καθώς επιτρέπει την εύκολη σύγκρισή της με τις προβλέψεις ζήτησης, οι οποίες δίνονται συνήθως σε ετήσιες εκτιμήσεις. Για αυτό το σκοπό η «FAA», χρησιμοποιεί την πρακτική ετήσια χωρητικότητα (PANCAP). Αυτή μπορεί να εκτιμηθεί με βάση τη μέγιστη χωρητικότητα και διάφορους απαραίτητους παράγοντες.

Παράγοντες που επηρεάζουν την χωρητικότητα

Η χωρητικότητα ενός συστήματος διαδρόμων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Σύμφωνα με τους «Richard de Neufville, Amedeo Odoni, 2003» [34] και «Stanislav Pavlin, 2006» [18], οι πιο σημαντικοί από αυτούς είναι :

- i) Ο αριθμός και η γεωμετρική διάταξη των διαδρόμων. Καθορίζεται ο αριθμός των διαδρόμων που υπάρχει η δυνατότητα να λειτουργήσουν ταυτόχρονα σε ένα αεροδρόμιο . Η ύπαρξη πολλών διαδρόμων μπορεί να αποφέρει πολλούς συνδυασμούς ταυτόχρονης λειτουργίας. Κάθε δυνατός συνδυασμός αποτελεί μια διάταξη διαδρόμων.
- ii) Οι διαχωρισμοί μεταξύ των αεροσκαφών που επιβάλλονται από το σύστημα ATM. Κάθε σύστημα ATM απαιτεί ένα σύνολο ελάχιστων διαχωρισμών μεταξύ των αεροσκαφών που χρησιμοποιούν κανόνες ενόργανης πτήσης (Instrument Flight Rules, IRF). Οι διαχωρισμοί καθορίζουν το μέγιστο αριθμό αεροσκαφών που μπορούν να διασχίσουν κάθε τμήμα του εναέριου χώρου ή να χρησιμοποιήσουν το σύστημα διαδρόμων στη μονάδα του χρόνου. Οι διαμήκεις διαχωρισμοί για την προσγείωση ή την απογείωση από τον ίδιο διάδρομο επηρεάζουν σημαντικά την χωρητικότητα του διαδρόμου. Ανάλογα με τις κατηγορίες WTC, που ανήκουν τα αεροσκάφη σε ένα συνδυασμό κίνησης (π.χ. αναχώρηση ακολουθούμενη από άφιξη), καθορίζεται ο ελάχιστος διαχωρισμός σε μονάδες απόστασης ή χρόνου.
- iii) Η ορατότητα, το ύψος νέφωσης. Αυτές οι δύο παράμετροι καθορίζουν την κατηγορία καιρού εντός της οποίας λειτουργεί το αεροδρόμιο για ένα συγκεκριμένο χρόνο. Οι κατηγορίες αυτές είναι : 1) οπτική προσέγγιση - «VRF», 2) ενόργανη προσέγγιση – «IRF» , 3) χαμηλή ενόργανη προσέγγιση – «LIRF».

ελληνική ΥΠΑ. Στη δικαιοδοσία της περιλαμβάνεται η ρύθμιση και η εποπτεία παντός θέματος της πολιτικής αεροπορίας εντός του εθνικού εναέριου χώρου, εκδίδοντας αεροπορικούς κανονισμούς και προβαίνοντας σε ελέγχους. Δημιουργήθηκε με τον ομοσπονδιακό αεροπορικό νόμο του 1958, ως Ομοσπονδιακός Οργανισμός Αεροπορικών Υπηρεσιών, τη δε σύγχρονη ονομασία του υιοθέτησε το 1967, όταν τέθηκε υπό την εποπτεία του Υπουργείου Μεταφορών των ΗΠΑ.

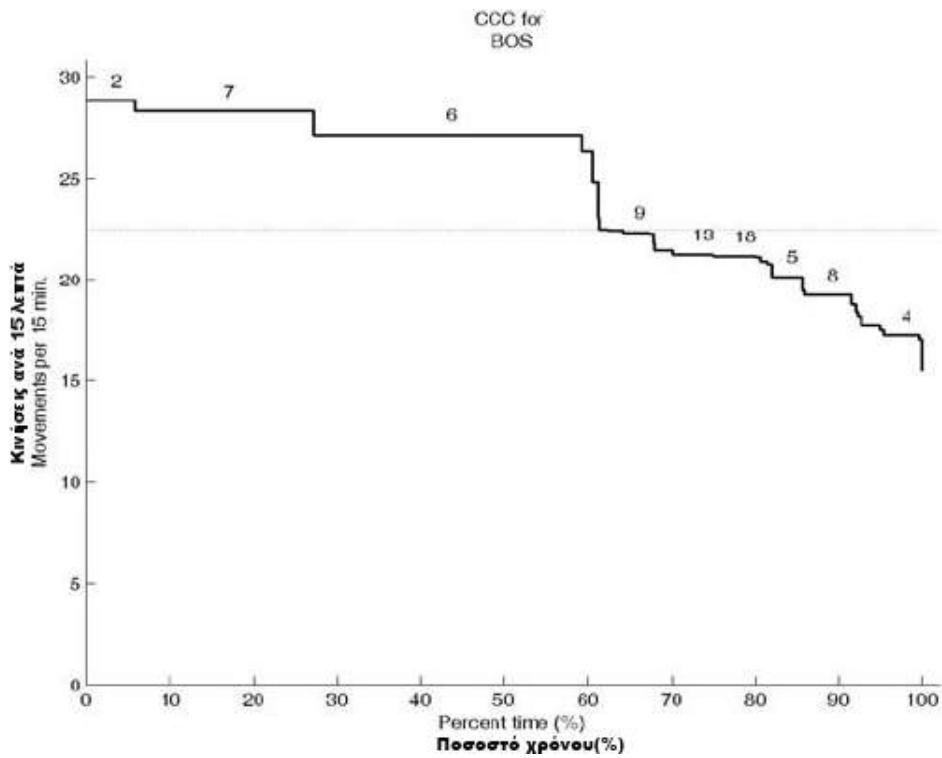
Κατά κανόνα, στα μεγάλα εμπορικά αεροδρόμια εκτός των Η.Π.Α. χρησιμοποιούνται οι διαχωρισμοί για την κατηγορία «IRF».

- iv) Η διεύθυνση και η ένταση των ανέμων.
- v) Η σύνθεση του στόλου των αεροσκαφών που χρησιμοποιούν το αεροδρόμιο. Ανάλογα με το ποσοστό των αεροσκαφών κάθε κατηγορίας WTC, διαφοροποιείται η χωρητικότητα του διαδρόμου.
- vi) Η σύνθεση των αεροπορικών κινήσεων σε κάθε διάδρομο και η ακολουθία των κινήσεων.
- vii) Η κατάσταση και η απόδοση του ATM.
- viii) Οι περιορισμοί λόγω θορύβου και άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών.

Εύρος χωρητικότητας

Σε ένα αεροδρόμιο, όπου λειτουργούν πολλοί διάδρομοι, μπορούν να υπάρξουν πολλές διατάξεις διαδρόμων. Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο αεροδρόμιο χρησιμοποιείται και διαφορετική διάταξη. Η κάθε διάταξη είχε συγκεκριμένο επίπεδο χωρητικότητας, με αποτέλεσμα να υπάρχει ένα εύρος μεταξύ των διάφορων τιμών.

Ένας ιδιαίτερα πρόσφορος τρόπος να συνοψιστεί το εύρος της χωρητικότητας και η συχνότητα με την οποία εμφανίζονται τα διάφορα επίπεδα χωρητικότητας σε ένα αεροδρόμιο, είναι το διάγραμμα κάλυψης χωρητικότητας (Capacity Coverage Chart – CCC). Το CCC δείχνει τη χωρητικότητα του διαδρόμου ενός αεροδρομίου σε συνδυασμό με το ποσοστό του χρόνου που είναι διαθέσιμη με παραδοχές 1) ότι η σύνθεση των κινήσεων είναι 50% αφίξεις και 50% αναχωρήσεις και 2) ότι η διάταξη των διαδρόμων που χρησιμοποιείται σε δεδομένη στιγμή παρέχει τη μέγιστη χωρητικότητα στις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. [36]



Διάγραμμα 2.5 : Διάγραμμα κάλυψης χωρητικότητας (CCC) για το αεροδρόμιο Βόστον - Λόγκαν /
Πηγή : [36]

Καθυστερήσεις πεδίου ελιγμών

Τη βασική συνέπεια της έλλειψης επαρκούς χωρητικότητας εναέριας υποδομής αποτελούν οι καθυστερήσεις στις απογειώσεις και τις προσγειώσεις των αεροσκαφών. Οι καθυστερήσεις προκύπτουν, κατά κύριο λόγο, όταν η εναέρια ζήτηση (αριθμός απογειώσεων - προσγειώσεων) ξεπερνάει τη χωρητικότητα της παρούσας διάταξης των διαδρόμων που χρησιμοποιείται στο αεροδρόμιο κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Μία καλή εκτίμηση των καθυστερήσεων αποτελεί βασικό στοιχείο για τον υπολογισμό της ετήσιας χωρητικότητας. Βέβαια για μπορέσει να επιτευχθεί, απαιτείται πρόσβαση σε εκτεταμένα αρχεία ζήτησης, ώστε να καθοριστούν οι κατανομές ζήτησης και σε ιστορικά καιρικά πρότυπα για την εκτίμηση χρήσης των διατάξεων των διαδρόμων.

Για τον υπολογισμό της πρακτικής ωριαίας χωρητικότητας(PANCAP), η FAA θεωρεί ότι η μέση καθυστέρηση για τη χρήση ενός διαδρόμου είναι ίση με 4 λεπτά.

Μοντέλο υπολογισμού μέγιστης χωρητικότητας

Είναι σημαντικό να υπάρχει η δυνατότητα εκτιμήσεων της χωρητικότητας ενός συστήματος διαδρόμων, με οποιοδήποτε σύνολο συνθηκών. Αυτό επιτυγχάνεται με διάφορα μαθηματικά μοντέλα. Θα παρουσιαστεί ένα τρόπος υπολογισμού της

μέγιστης χωρητικότητας με ένα απλό μαθηματικό μοντέλο, σύμφωνα με τους «Richard de Neufville, Amedeo Odoni, 2009» [19].

Έστω ότι έχουμε ένα διάδρομο που χρησιμοποιείται μόνο για προσγείωση. Τα αεροσκάφη, κατά την προσέγγιση στο διάδρομο, οφείλουν να διατηρούν μια διαμήκη απόσταση μεταξύ τους, με βάση του διαχωρισμού ATM.

Για ένα αεροσκάφος κατηγορίας (WTC) ι ορίζουμε τις ακόλουθες ποσότητες :

R = μήκος κοινής διαδρομής

U_i = ταχύτητα στην προσέγγιση με την υπόθεση ότι το αεροσκάφος i διατηρεί σταθερή ταχύτητα καθ' όλο το μήκος προσέγγισης

O_i = χρόνος κατάληψης διαδρόμου, δηλαδή ο χρόνος που μεσολαβεί από την στιγμή που το αεροσκάφος πατά στο διάδρομο έως τη στιγμή που εγκαταλείπει το διάδρομο μέσω μιας εξόδου.

Για την περίπτωση που ένα αεροσκάφος κατηγορίας i προσγειώνεται ακολουθούμενο από ένα αεροσκάφος κατηγορίας j, ορίζεται ως S_{ij} ο ελάχιστος διαχωρισμός που απαιτείται από το ATM μεταξύ των δύο αεροσκαφών και ως T_{ij} το ελάχιστο χρονικό διάστημα μεταξύ διαδοχικών αφίξεων στο διάδρομο αεροσκαφών κατηγορίας i και j. Οι βασικές εξισώσεις που καθορίζουν το T_{ij} είναι :

$$T_{ij} = \max [(R + S_{ij}) / U_j - R/U_i , O_i] \text{ όταν } U_i > U_j$$

$$T_{ij} = \max [S_{ij}/U_j , O_i] \text{ όταν } U_i < U_j$$

Έστω P_{ij} η πιθανότητα του ενδεχομένου «αεροσκάφος κατηγορίας i ακολουθείται από αεροσκάφος κατηγορίας j». Τότε :

$$E[T(i,j)] = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k P(i,j) * T(i,j)$$

Όπου $E[T(i,j)]$ η μέση τιμή του T_{ij} , και ο κ είναι ο αριθμός των διακριτών κατηγοριών αεροσκαφών. Έχει παρατηρηθεί ότι στην πράξη ο ανθρώπινος παράγοντας επηρεάζει αυτούς τους χρόνους και το τέλειο επίπεδο ακρίβειας που προβλέπεται από τον πίνακα T των T_{ij} . Για αυτό το λόγο, είναι εύλογο να τροποποιηθεί ο πίνακας προσθέτοντας μια ίδια «χρονική ρύθμιση» b σε όλα τα στοιχεία του. Δηλαδή : $T_{ij} = T_{ij} + b$

Τέλος, υπολογίζουμε τη μέγιστη χωρητικότητα ως εξής :

Μέγιστη Χωρητικότητα = $\mu = 1 / E[T(i,j)]$, όπου $E[T(i,j)]$ εκφράζεται σε ώρες

Είναι φανερό ότι για να επιτευχθεί μια ικανοποιητική προσέγγιση, για την μέγιστη χωρητικότητα ενός διαδρόμου, οι μεταβλητές που πρέπει να εισαχθούν είναι πολλές. Για αυτό, για κάθε αεροδρόμιο αποτελεί προϋπόθεση να έχει συλλεχθεί μεγάλο

πλήθος δεδομένων και στοιχείων. Οι αναλυτικοί τρόποι προσδιορισμού χωρητικότητας γίνονται με μέσο μαθηματικών μοντέλων, όπως το παραπάνω, ή ακόμα πιο πολύπλοκων, όπως παρατηρείται στη μελέτη του αεροδρόμιου Suvarnabhumi International Airport(2006), της Μπανγκόκ, με σκοπό τον υπολογισμό της χωρητικότητας του αεροδρομίου ανάλογα με διαφορετικά ποσοστά αφίξεων αναχωρήσεων και τύπων μίξης για τους δύο παράλληλους διαδρόμους που διαθέτει [20].

Ετήσια χωρητικότητα

Η ετήσια χωρητικότητα αποτελεί ένα μέγεθος πρακτικού ενδιαφέροντος και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τη λήψη αποφάσεων. Σε σύγκριση με τη ζήτηση λαμβάνονται αποφάσεις σχετικά με τις επενδύσεις στον τομέα των αερομεταφορών.

Η ετήσια χωρητικότητα μπορεί να υπολογιστεί μόνο προσεγγιστικά λόγω βασικών δυσκολιών. Αυτές οφεύλονται στις απαιτούμενες παραδοχές ως προς το ελάχιστο αποδεκτό επίπεδο εξυπηρέτησης, καθώς υπάγεται στην κρίση του μελετητή, και τη μελλοντική διακύμανση της ζήτησης που εμφανίζει μεγάλες δυσκολίες να προβλεφθεί.

Σύμφωνα με τους Richard de Neufville, Amedeo Odoni [19], ένας προσεγγιστικός τρόπος υπολογισμού της ετήσιας χωρητικότητας ενός αεροδρόμιου είναι ο εξής: 'Εστω ότι Α ο αριθμός των ετήσιων μετακινήσεων που προκύπτει πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των ωρών του έτους (8760) με τη μέση τιμή της μέγιστης χωρητικότητας την ώρα, σε ένα αεροδρόμιο. Η ετήσια χωρητικότητα του αεροδρομίου είναι ίση με το K^* A, όπου το K κυμαίνεται από 0,5 έως 0,6. Το K καθορίζεται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της τοπικής ζήτησης και την ανοχή αποδοχής καθυστερήσεων.

Η FAA, όπως αναφέρθηκε, χρησιμοποιεί εδώ και πολλά χρόνια τον όρο «πρακτική ετήσια χωρητικότητα»(PANCAP). Για τον ποιοτικό υπολογισμό της έχει δημιουργηθεί πίνακας (4.1), σύμφωνα με τα δεδομένα της FAA, ώστε να εκτιμάται ανάλογα με τη διάταξη των διαδρόμων και τη σύνθεση των αεροσκαφών. Οι πιο πολύπλοκες διατάξεις, οι οποίες δεν υπάρχουν στον πίνακα, μπορούν να υπολογιστούν προσεγγιστικά με το συνδυασμό δύο ή παραπάνω από τις υπάρχουσες διατάξεις.

Η εμπειρία λέει ότι οι πρακτικές ετήσιες χωρητικότητες, όπως φαίνονται στον πίνακα(4.1) είχαν υποτιμηθεί αρκετά στο παρελθόν. Για παράδειγμα, αρκετά αεροδρόμια των Η.Π.Α είχαν 25-75% περισσότερες κινήσεις το 2000, από αυτές που προέβλεπαν οι εκτιμήσεις. Αιτία δεν ήταν η μικρή αύξηση της ωριαίας χωρητικότητας των αεροδρομίων. Αυτό που συνέβη ήταν οι κινήσεις να μοιραστούν σε τιμήματα της ημέρας μεγαλύτερης διαρκείας, οι αεροπορικές εταιρίες αύξησαν τον αριθμό πτήσεων στο μέσο της μέρας, που αποτελούσε αδρανής περίοδο, και υπήρξε ανοχή σε μεγαλύτερες καθυστερήσεις, οι οποίες στο παρελθόν δεν ήταν αποδεκτές. [21]

Σύμφωνα με την έρευνα των «Stefan Kern, Michael Schultz, 2015» [22] καθίσταται εφικτή η ομαδοποίηση των αεροδρομίων για εξαγωγή συμπερασμάτων για τη χωρητικότητά τους. Σκοπός αυτής της έρευνας είναι να δημιουργήσει ένα γενικό τύπο αεροδρομίου, σύμφωνα με τον οποίο θα δίνεται μια πρώτη εκτίμηση για την μεταβολή της χωρητικότητας του διαδρόμου, με βάση την επιφροή διαφόρων μέτρων αύξησής της. Τα κριτήρια, στα οποία βασίζεται η ομοιότητα των αεροδρομίων, είναι το μήκος του διαδρόμου και η διάταξη του διαδρόμου ή η μετατόπισή του. Άλλα στοιχεία που αναλύονται είναι ο τύπος μίξης των αεροσκαφών και η κατανομή αφίξεων αναχωρήσεων. Η κατάληξη είναι μια γενική προσέγγιση με σκοπό να επιτρέψει την εξαγωγή συμπερασμάτων για μελέτες σχετικά με τα μέτρα βελτίωσης της χωρητικότητας.

Για αυτή την έρευνα θα εξεταστούν οι διαμορφώσεις του πίνακα και τα αντίστοιχα μεγέθη τους. Η «FAA, 1983» προσφέρει μια αναλυτική προσέγγιση για τον προσδιορισμό της χωρητικότητας του διαδρόμου για διάφορες διαμορφώσεις διαδρόμου, σε συνδυασμό με διαφορετικά κυκλοφοριακά μείγματα. Ένας πίνακας, βασισμένος σε αυτά, παρέχεται από τον «Κ. Γ. Αμπακούμκιν, 1990», [23] καθώς και από τους «Norman J. Ashford, Saleh Mumayiz, Paul H. Wright, 2011» [41].

Για τον παρακάτω πίνακα, έχει ληφθεί, ως η αντίστοιχη θεωρητική χωρητικότητα της διάταξης διαδρόμων, ο μέσος όρος όλων των προσεγγίσεων για την ωριαία χωρητικότητα. Αυτοί οι αριθμοί αντιπροσωπεύουν τη θεωρητική χωρητικότητα για μία ώρα και συνεπώς πρέπει να πολλαπλασιαστούν κατά 0,8, ώστε να έχουν ρεαλιστικά στοιχεία για την πρακτική ικανότητα, στην οποία λειτουργούν τα αεροδρόμια με αποδεκτό επίπεδο εξυπηρέτησης συμφωνά με τους «Kumar&Sherry, 2009»[36]). Όμοια θεώρηση γίνεται και στο βιβλίο «Richard de Neufville, Amedeo Odoni, 2003» [34], όπου ο πολλαπλασιαστής κυμαίνεται από 0.8 έως 0,9. Θεωρείται ότι ένα αεροδρόμιο φτάνει την κρίσιμη χωρητικότητά του όταν οι μετακινήσεις φτάνουν σε ένα ποσοστό περίπου στο 50% της πρακτικής χωρητικότητας, σε συνθήκη ετήσιας αύξησης της τάξης του 8 με 10%, καθώς για την επέκταση του αεροδρομίου μέσω της κατασκευής νέου διαδρόμου απαιτούνται μέχρι και 10 έτη (Wendeberg, 2012).

Οι «Wilken, Berster, & Gelhausen, 2011», έχουν μελετήσει τη σχέση ανάμεσα στην ώρα αιχμής 5% και τις ετήσιες μετακινήσεις αεροσκαφών, με αποτέλεσμα παρόμοιες θεωρητικές ικανότητες όπως στους πίνακες της FAA (1983). Μπορούν να εντοπιστούν μόνο μικρές διαφορές, οι οποίες οφείλονται σε διαφορετικό κανόνα για τη νυχτερινή κυκλοφορία.

Διάταξη Διαδρόμων	Θεωρητική χωρητικότητα (Μετακινήσεις /ώρα)	Θεωρητική χωρητικότητα (Μετακινήσεις /έτος)	Πρακτική χωρητικότητα (Μετακινήσεις /ώρα)	Πρακτική χωρητικότητα (Μετακινήσεις /έτος)
Μονός	55	216.000	44	172800
Εξαρτημένοι Παράλληλοι	58	303.000	46	242400
Ανεξάρτητοι Παράλληλοι	109	336.000	87	268800
Διαγώνιοι	58	227.000	46	181600
Θέση-Ν	58	239.000	46	191200



Πίνακας 2.4 : Χωρητικότητα ανά διαμόρφωση διαδρόμου /Πηγή : [22]

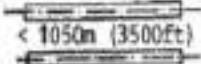
Στην έρευνα αυτή παρουσιάζεται η ομοιότητα των αεροδρομίων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του διαδρόμου και τη σύνθεση της κυκλοφορίας. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως για τη δημιουργία ενός γενικού τύπου αεροδρομίου και εξωγενών παραγόντων, όπως η δομή της κυκλοφορίας, για την ανάλυση του αντίκτυπου των διαφόρων ενισχυτικών μέτρων ή άλλων πτυχών, τα οποία μπορούν να υιοθετηθούν σε διάφορα αεροδρόμια. Ακόμα τα αποτελέσματα αυτού του εγγράφου καταδεικνύουν ότι υπάρχουν ομοιότητες ιδίως όσον αφορά το μείγμα κυκλοφορίας, το ποσοστό άφιξης / αναχώρησης και τα χαρακτηριστικά του διαδρόμου. Ωστόσο το ποσοστό μίξης των μετακινήσεων για όλες τις διαρρυθμίσεις διαδρόμου μπορεί να θεωρηθεί από μηδενικό έως 40% για βαρέα αεροσκάφη(H), από 60% έως 100% για μεσαία(M) αεροσκάφη και χωρίς ελαφριά(L) αεροσκάφη. Αυτό συνεπάγεται με αλλαγές αντίστοιχες αλλαγές στη χωρητικότητα.

Για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές βάσεις δεδομένων. Οι ετήσιες μετακινήσεις αεροσκαφών, καθώς και τα ωριαία δεδομένα, δείχνουν ομοιότητες όσον

αφορά το ρυθμό άφιξης / αναχώρησης και το μείγμα κυκλοφορίας. Αυτό οδηγεί στην υπόθεση ότι και οι δύο βάσεις δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή αναλύσεων σε γενικά αεροδρόμια. Για να επικυρωθεί αυτό, πρέπει να χρησιμοποιηθούν περισσότερα ημερήσια δεδομένα.

Συμπερασματικά, για μια προκαταρκτική μελέτη το καταλληλότερο μέτρο χωρητικότητας είναι η ετήσια χωρητικότητα, καθώς συγκρίνεται άμεσα με τα δεδομένα. Για να καταλήξουμε στον υπολογισμό της μπορούμε είτε να ξεκινήσουμε με μαθηματικά μοντέλα με σκοπό τον υπολογισμό άλλων μεγεθών, όπως την μέγιστη χωρητικότητα και να καταλήξουμε σε ένα ποιοτικό υπολογισμό της για κάθε αεροδρόμιο, είτε να λάβουμε μια εκτίμηση της μέσω ποιοτικών προσεγγίσεων με βάση τη διάταξη των διαδρόμων του αεροδρομίου.

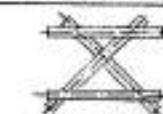
Η ομαδοποίηση των αεροδρομίων, σύμφωνα με τη διάταξη των διαδρόμων του, προφανώς και εγκυμονεί μεγάλα περιθώρια σφάλματος, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μελέτες που δεν έχουν σκοπό να επικεντρωθούν σε αυτό το θέμα. Επίσης, σε σχέση με τα πολύπλοκα μαθηματικά μοντέλα, δεν απαιτεί μεγάλο όγκο δεδομένων.

Διάταξη Διαδρομών		Τύπος μέσης	Πρωτική έτησια χωρητικότης	Πρακτική άμεση χωρητικότης	
Σήμα	Περιγραφή			IPR	VFR
(A)		*Ένας διάδρομος δια-προσγειώσαν δρ. άπογειώσεων	1	215.000	53 99
			2	195.000	52 76
			3	180.000	44 54
			4	170.000	42 45
(B)		Δυο παράλληλοι διάδρομοι σε μικρή απόσταση (IPR έξι πομπέμενες κινήσεις)	1	385.000	64 198
			2	330.000	63 152
			3	295.000	55 108
			4	280.000	54 90
(C)		*Ανεβάστητες κινήσεις IPR διάλλα παράλληλες προσγειώσεις/άπειρωσεις	1	425.000	79 198
			2	390.000	79 152
			3	355.000	79 108
			4	330.000	74 90
(D)		*Ανεβάστητες κινήσεις IPR προσγειώσεων και άπογειώσεων	1	430.000	106 198
			2	390.000	104 152
			3	360.000	88 108
			4	340.000	84 90
(E)		*Ανεβάστητες κινήσεις και ένας διάδρομος σε μικρή απόσταση	1	600.000	117 297
			2	525.000	115 228
			3	475.000	99 162
			4	450.000	96 135
(F)	  	*Ανεβάστητες κινήσεις και ένας διάδρομος ταυτοχρόνων άπογειώσεων	1	665.000	156 307
			2	595.000	153 236
			3	540.000	146 162
			4	525.000	133 139
(G)	  	*Ανεβάστητοι παράλληλοι διάδρομοι και δυο αποκλίνοντες διάδρομοι	1	665.000	156 307
			2	595.000	153 236
			3	540.000	146 162
			4	525.000	133 139
(H)	  	*Ανεβάστητοι παράλληλοι διάδρομοι και δυο παράλληλοι διάδρομοι σε μικρή απόσταση	1	770.000	128 996
			2	660.000	126 304
			3	590.000	110 216
			4	560.000	108 180

Πίνακας 2.5 : Πρακτική ετήσια χωρητικότητα / Πηγή : [23]

Διάταξη διαδρόμων		Τύπος μίσεως	Πρακτική έτησια χωρητικότητα		Πρακτική άμεση χωρητικότητα	
Σχήμα	Περιγραφή		IPR	VPR		
(I)	<p>Ανεβάρητοι παράλληλοι διάδρομοι, δυό παράλληλοι ατ μικρή απόσταση και δύο διοπλίνουστες διάδρομοι.</p>	1	1.050.000	177	505	
		2	930.000	174	392	
		3	790.000	155	269	
		4	770.000	153	229	
(II)	<p>Αιώνιαρη σήμαντος διοικητού Β με θνεάρητρες δέρονται κινήσεις</p>	1	425.000	79	198*	
		2	340.000	79	136	
		3	310.000	76	94	
		4	310.000	74	84	
(III ₁)	<p>Άνοικτό Β, με έξιρτημένες δέρονται κινήσεις (+) κατεύθυνσης κινήσεων</p>	1	420.000	71	198	
		2	335.000	70	136	
		3	300.000	63	94	
		4	295.000	60	84	
(III ₂)	<p>Άνοικο Β, με έξιρτημένες δέρονται κινήσεις (+) κατεύθυνσης κινήσεων</p>	1	235.000	57	108	
		2	220.000	56	86	
		3	215.000	50	66	
		4	200.000	50	53	
(IV ₁)	<p>Τεμνόμενοι διάδρομοι. Ταυτή κοντά στα κατώφλια (+) κατεύθυνσης κινήσεων</p>	1	375.000	71	175	
		2	310.000	70	125	
		3	275.000	63	83	
		4	255.000	60	69	
(IV ₂)	<p>Τεμνόμενοι διάδρομοι. Ταυτή μακριά διό τα κατώφλια (+) κατεύθυνσης κινήσεων</p>	1	220.000	61	99*	
		2	195.000	60	76*	
		3	195.000	53	58	
		4	190.000	47	52	
(IV ₃)	<p>Τεμνόμενοι διάδρομοι. Ταυτή μακριά διό τα κατώφλια (+) κατεύθυνσης κινήσεων</p>	1	220.000	55	99*	
		2	195.000	54	76*	
		3	180.000	46	54	
		4	175.000	42*	57	
(V)	<p>Τρεῖς τεμνόμενοι διάδρομοι</p>	1	375.000	71	175	
		2	310.000	70	125	
		3	275.000	63	83	
		4	255.000	60	69	
(VI ₁)	<p>Παράλληλοι και τεμνόμενοι διάδρομοι. Σημεία τομής στα δύο</p>	1	590.000	124	274	
		2	505.000	122	201	
		3	455.000	107	137	
		4	425.000	102	114	

Πίνακας 2.5 : Πρακτική ετήσια χωρητικότητα / Πηγή : [23]

Διάταξη αεροδρόμων		Τύπος μέσων	Πρακτική ετήσια χωρητικότητας	Πρακτική δραστική χωρητικότητας	
Εχθρός	Περιγραφή			IPR	VFR
(M ₂) 	Παραλληλοί και τελικόμενοι διάδρομοι	1	460.000	114	198
		2	405.000	112	152
		3	380.000	97	112
		4	365.000	89	97
(O ₁) 	"Z" διάταξη διαδρόμων- παραλληλοί διάδρομοι τελικόμενοι έπειτα από τρίτου	1	465.000	87	217
		2	430.000	87	167
		3	390.000	87	118
		4	365.000	81	99
(O ₂) 	"Z" διάταξη διαδρόμων τελικόμενοι έπειτα από τρίτου	1	465.000	87	217
		2	430.000	87	167
		3	390.000	87	118
		4	365.000	81	99
(P ₁) 	"Z" διάταξη διαδρόμων- παραλληλοί διάδρομοι τελικόμενοι έπειτα από τρίτου	1	475.000	116	217
		2	430.000	114	167
		3	395.000	96	118
		4	375.000	92	99
(P ₂) 	"Z" διάταξη διαδρόμων- παραλληλοί διάδρομοι τελικόμενοι έπειτα από τρίτου	1	475.000	116	217
		2	430.000	114	167
		3	395.000	96	118
		4	375.000	92	99

Πίνακας 2.5 : Πρακτική ετήσια χωρητικότητα / Πηγή : [23]

Χρονικόθ.	Τύπος Α %	Τύπος Β %	Τύπος Σ %	Τύπος Δ & Ε %
1	0	0	10 (11-9)	90
2	0	30 (27-33)	30	40
3	20 (18-22)	40	20	20
4	60 (54-66)	20	20	0

Οι κατηγορίες για τον υπολογισμό της χωρητικότητα είναι γενικά οι ακόλουθες :

- Τύπος Α : Κινητήριο αεριωθούμενο ή και μεγαλύτερο
- Τύπος Β : Κινητήριο ελικοφόρο, στροβιλοελικοφόρο
- Τύπος Σ : Μικρά ελικοφόρα γραμμών, μικρά αεριωθούμενα
- Τύπος Δ,Ε : Σκάφη αεροπλοΐας και μονοκινητήρια

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 Γενικά

Τα αεροσκάφη είναι το μέσο με το οποίο πραγματοποιούνται οι αεροπορικές πτήσεις. Υπάρχουν πάρα πολλά αεροσκάφη κατασκευασμένα από διαφορετικές εταιρίες και το καθένα με τα δικά του χαρακτηριστικά. Για να απλοποιηθεί ο όγκος των αεροσκαφών και να είναι εφικτό να κατασκευάζονται και να τίθενται υπό διαχείριση τα αεροσκάφη κατάλληλα, χωρίς το καθένα να απαιτεί την ειδική μεταχείριση, υπάρχουν διάφοροι τρόποι ομαδοποίησης ανάλογα με το ζητούμενο.

Κάποιοι απλοί διαχωρισμοί που γίνονται μεταξύ αεροσκαφών, είναι (α) ο διαχωρισμός τους σε αεροσκάφη ευρείας ατράκτου (widebody), με διάμετρο καμπίνας 5 με 6 μέτρα και στενής ατράκτου (narrowbody) με διάμετρο καμπίνας 3 με 4 μέτρα, και (β) ο διαχωρισμός τους ανάλογα με τον αριθμό διαδρόμων μεταξύ των επιβατικών θέσεων.

Πέρα από αυτές υπάρχουν και ομαδοποιήσεις πιο κρίσιμες για το αεροσκάφος. Αυτές είναι ο κωδικός αναφοράς αεροδρομίου και η κατηγορία ανατάραξης από στρόβιλο, όπως θα αναπτυχθούν παρακάτω. Ο λόγος που οι κατηγοριοποιήσεις αυτές αποκτούν τόσο μεγάλη σημασία έγκειται στη σύνδεσή τους με τη δυνατότητα χρήσης, καθώς και με τον υπολογισμό της χωρητικότητας ενός αεροδρομίου αντίστοιχα.

Τέλος, ένας άλλος βασικός παράγοντας ενός αεροσκάφους είναι το βάρος του. Είναι κρίσιμο να γίνει κατανοητό πώς μεταβάλλεται κατά την διάρκεια μιας πτήσης, πώς διαμορφώνεται ανάλογα με το φορτίο, τους επιβάτες και τα καύσιμα και πώς επηρεάζει την εμβέλειά του.

Σε ένα αεροδρόμιο διακρίνονται λειτουργικά:

- a) Ο χώρος προσγειοπογειώσεων (διάδρομοι, τροχόδρομοι)
- b) Ο χώρος σταθμών εξυπηρετήσεως (terminal)
- c) Οι εγκαταστάσεις του ελέγχου της εναέριας κυκλοφορίας στο χώρο που περιβάλλει το αεροδρόμιο

Αυτές οι τρείς ομάδες στοιχείων αποτελούν το σύστημα του αεροδρομίου. Αυτές οι τρείς ομάδες αλληλεπιδρούν και αλληλοσυμπληρώνονται, ώστε να διαμορφώσουν το σύνολο των χαρακτηριστικών του αεροδρομίου (π.χ. κατηγορία αεροδρομίου, χωρητικότητα).

Στο σχεδιασμό ενός αεροδρομίου δίνεται μια προτεραιότητα στην τοποθέτηση των διαδρόμων που ελέγχεται από πλήθος παραμέτρων. Επιπλέον, επειδή τα κεκλιμένα τμήματα ενός διαδρόμου δεν μπορούν να έχουν σημαντικές κλίσεις (συνήθη μέγιστα 1 με 2 %) αποτελούν τα πιο άκαμπτα στοιχεία στο σχεδιασμό ενός αεροδρομίου. [23]

Για να είναι εύκολα κατανοητό το αεροδρόμιο που αναφέρεται κάποιος ως αντιστοιχία του ονόματος χρησιμοποιούνται και δύο κωδικά ονόματα, τα οποία αποτελούνται από 3 ή 4 κεφαλαία αγγλικά γράμματα και ορίζονται από τον ICAO και από την IATA αντίστοιχα. Σκοπός τους είναι μέσω αυτών των μοναδικών για κάθε αεροδρόμιο κωδικών να γίνεται εύκολα και γρήγορα αντιληπτή η αναφορά του παγκοσμίως. Τα αεροδρόμια κατηγοριοποιούνται με διάφορους τρόπους. Ο πιο βασικός σχετίζεται με το μεγαλύτερο αεροσκάφος που μπορεί να χρησιμοποιήσει το αεροδρόμιο. Βασικό παράγοντα στην κατηγοριοποίηση αυτή αποτελούν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διαδρόμων, καθώς και των τροχοδρόμων και των δαπέδων στάθμευσης που υπάρχουν στο αεροδρόμιο.

Τέλος, είναι πολύ σημαντικό τόσο από την άποψη λειτουργίας ενός αεροδρομίου, όσο και για πιθανές νέες επενδύσεις σε υπάρχον ή στην κατασκευή νέου αεροδρομίου, η δυνατότητα εκτίμησης της ετήσιας χωρητικότητάς του. Η ετήσια χωρητικότητα μας δίνει το μέγιστο αριθμό μετακινήσεων αεροσκαφών που μπορεί να έχει ένα αεροδρόμιο κατά τη διάρκεια ενός έτους. Το μέγεθος αυτό είναι απαραίτητο για έναν ερευνητή, καθώς μπορεί να συγκριθεί άμεσα με δεδομένα μετακινήσεων των αεροδρομίων, τα οποία συνήθως δίνονται σε μετακινήσεις ανά έτος.

3.2 Βάρος αεροσκάφους

Το βάρος ενός αεροσκάφους αναλύεται σε διάφορα επιμέρους στοιχεία, ώστε να υπολογίζονται οι μεταβολές του ανάλογα με τις συνθήκες χρήσης του αεροσκάφους. Αυτές οι μεταβολές βάρους του αεροσκάφους αποφέρουν αλλαγές και σε άλλα χαρακτηριστικά του, με κυρίαρχα την εμβέλεια και το απαιτούμενο μήκος διαδρόμου. Παρακάτω ακολουθεί μια παρουσίαση των βασικότερων επιμέρους διαχωρισμών που χρησιμεύουν για την ανάλυση του βάρους των αεροσκαφών. Μέσω της κατανόησης της διακύμανσης του βάρους γίνονται αντιληπτές οι δυνατότητες που έχει ένα αεροσκάφος ως προς τη μεταφορά επιβατών και εμπορεύματος.

Κατασκευαστικοί περιορισμοί βάρους

- ❖ Maximum design takeoff weight (MDTOW or MTOW)

Το μέγιστο βάρος σχεδιασμού απογείωσης είναι το μέγιστο πιστοποιημένο βάρος για απογείωση, όπως περιορίζεται από τη δύναμη των αεροσκαφών και των απαιτήσεων αξιοπλοΐας.

- ❖ Maximum design landing weight (MDLW or MLW)

Το μέγιστο βάρος σχεδιασμού προσγείωσης είναι το μέγιστο πιστοποιημένο βάρος για προσγείωση, όπως περιορίζεται από τη δύναμη των αεροσκαφών και των απαιτήσεων αξιοπλοΐας. Γενικά εξαρτάται από την ισχύ του μηχανισμού προσγείωσης ή τα φορτία των δυνάμεων που αναπτύσσονται λόγω προσγείωσης σε ορισμένα τμήματα της δομής πτερυγίου.

- ❖ Maximum design taxi weight (MDTW or MTW)

Το μέγιστο βάρος σχεδιασμού τροχοδρόμου ή αλλιώς μέγιστο βάρος σχεδιασμού ράμπας (MDRW) είναι το μέγιστο πιστοποιημένο βάρος του σχεδιασμού για ελιγμούς αεροσκαφών, όπως περιορίζεται από τη δύναμη των αεροσκαφών και των απαιτήσεων αξιοπλοΐας.

Ισχύει γενικά η παρακάτω ανισότητα:

$$\text{MDLW} < \text{MDTOW} < \text{MDTW}$$

Ορισμοί

❖ **Operational Empty Weight (OEW)**

Το κενό βάρος λειτουργίας αποτελείται από κενό κατασκευαστικό βάρος (Manufacturer's empty weight-MEW), δηλαδή το βάρος όλων των αντικειμένων από τα οποία αποτελείται, όπως παράγεται από τον κατασκευαστή προσαυξημένο με τα αντικείμενα που έχουν τοποθετηθεί μετέπειτα από τον χειριστή.

Το OEW είναι συνήθως καθορισμένο για ένα συγκεκριμένο αεροσκάφος και δέχεται αλλαγές μόνο κατά τη διάρκεια της συντήρησης ή λειτουργικών αλλαγών.

❖ **Maximum design zero-fuel weight (MDZFW ή MZFW)**

Το μέγιστο βάρος σχεδιασμού μηδενικού-καυσίμου είναι το μέγιστο πιστοποιημένο βάρος απογείωσης του αεροσκάφους μειωμένο κατά το βάρος του αξιοποιήσιμου καυσίμου και από άλλους συγκεκριμένους παράγοντες που προορίζονται για χρήση, όπως περιορίζεται από τη δύναμη των αεροσκαφών και των απαιτήσεων αξιοπλοΐας.

Ουσιαστικά πρόκειται για το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος πριν την προσθήκη καυσίμων και άλλων συγκεκριμένων υγρών που φορτώνονται σε καθορισμένα τμήματα του αεροπλάνου.

Η διαφορά βάρους μεταξύ MDTOW και MDZFW μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για την προσθήκη των καυσίμων.

Για το μέγιστο φορτίο ισχύει ότι: MAXIMUM PAYLOAD = MDZFW – OEW

❖ **Aircraft Gross Weight**

Το μεικτό βάρος του αεροσκάφους είναι το συνολικό βάρος του αεροσκάφους ανά πάσα στιγμή κατά τη διάρκεια πτήσης ή μετακίνησης στο έδαφος.

❖ **Actual Zero Fuel Weight (AZFW)**

Το βάρος που προκύπτει από την πρόσθεση του φορτίου με το κενό βάρος λειτουργίας. OEW + ΦΟΡΤΙΟ = AZFW

Όπου: ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΑ + ΕΠΙΒΑΤΕΣ & ΑΠΟΣΚΕΥΕΣ = ΦΟΡΤΙΟ

❖ **Actual Gross Weight (AGW)**

Το βάρος που προκύπτει από την πρόσθεση του Actual Zero Fuel Weight (AZFW) με το βάρος των καυσίμων. AZFW + ΚΑΥΣΙΜΑ = AGW

❖ **Actual Take-off Weight(ATOW)**

Το πραγματικό βάρος του αεροσκάφους κατά την απογείωση. Πρόκειται για το Actual Gross Weight μειωμένο κατά τα καύσιμα που καταναλώθηκαν για την μετακίνηση του αεροσκάφους μέχρι το διάδρομο απογείωσης.

AGD – ΚΑΥΣΙΜΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ = ATOW

❖ Maximum takeoff weight (MTOW)

Το μέγιστο βάρος απογείωσης, γνωστό και ως μέγιστο βάρος απελευθέρωσης φρένων (maximum brak e- release weight), είναι το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος απελευθέρωσης φρένου για απογείωση, ή κατά την έναρξη της τροχοδρόμησης απογείωσης.

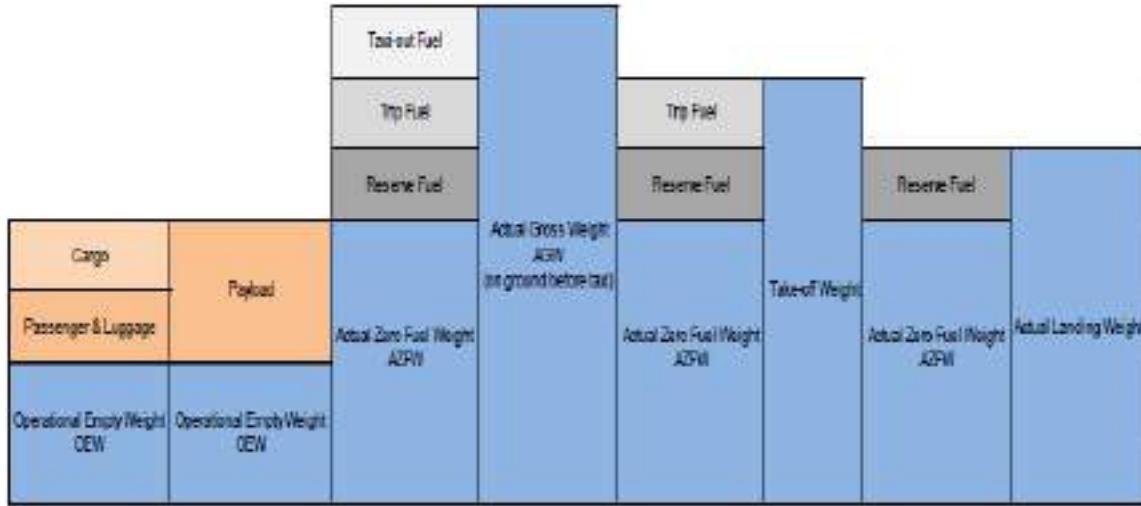
Κατά τη λειτουργία, το μέγιστο βάρος για την απογείωση μπορεί να περιορίζεται σε τιμές κάτω από το μέγιστο βάρους σχεδιασμού απογείωσης λόγω των επιδόσεων του αεροσκάφους, των περιβαλλοντικών συνθηκών, των χαρακτηριστικών του αεροδρόμιου (το μήκος του διαδρόμου, υψόμετρο), την μέγιστη ταχύτητα αντοχής των ελαστικών και των φρένων.

❖ Landing weight

Με τον υπολογισμό του καυσίμου, που πρόκειται να καταναλωθεί κατά την πτήση, υπολογίζεται το εκτιμώμενο βάρος προσγείωσης Estimated Landing Weight(ELW) που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της απόδοσης προσγείωσης στον προορισμό.

Κατά την προσέγγιση του προορισμού χρησιμοποιείτε το στιγμιαίο βάρος του αεροσκάφους για τον προσδιορισμό της ταχύτητας προσέγγισης. Το βάρος αυτό ορίζεται ως το πραγματικό βάρος προσγείωσης (Actual Landing Weight-ALW).

ATOW-ΚΑΥΣΙΜΑ ΠΤΗΣΗΣ = ALW [42]



Εικόνα 3.1: Διακύμανση Βάρους ενός αεροσκάφους κατά την διάρκεια μίας πτήσης
/Πηγή: [42]

Υπολογισμός εμβέλειας αεροσκάφους σύμφωνα με το βάρος τους

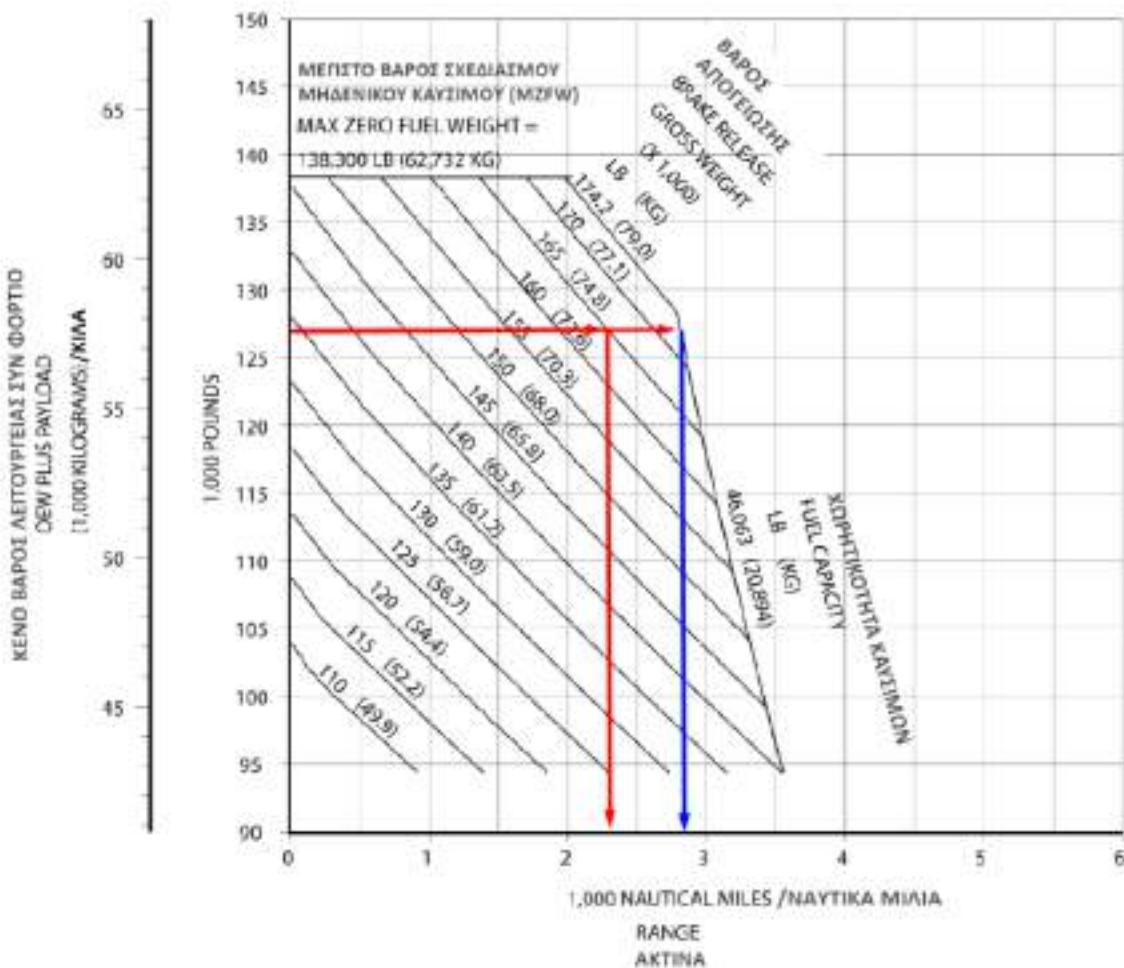
Το βάρος ενός αεροσκάφους είναι άμεσα συνδεδεμένο με την εμβέλεια που αυτό μπορεί να διανύσει. Για το κάθε αεροσκάφος υπάρχει αντίστοιχο διάγραμμα, που παρέχεται από τον κατασκευαστή, μέσω του οποίου μπορεί να υπολογιστεί η αλληλουχία μεταξύ αυτών των δύο μεγεθών. Ακολουθεί ένα παράδειγμα με σκοπό την κατανόηση χρήσης του διαγράμματος για ένα αεροσκάφος τύπου Boeing 737-900. Η Boeing χρησιμοποιεί σαν παραδοχή ότι ένας επιβάτης με τις αποσκευές του ζυγίζει εκατό (100) κιλά.

Έστω ότι για την πτήση, κατά την οποία θα χρησιμοποιηθεί το αεροσκάφος, πρόκειται να ζυγίζει πενήντα επτά χιλιάδες πεντακόσια (57.500) κιλά, χωρίς το βάρος των καυσίμων(AZFW). Παρατηρείτε από το διάγραμμα ότι σαράντα τρία χιλιάδες (43.000) κιλά είναι το κενό βάρος λειτουργίας(OEW) του αεροσκάφους και δεκατέσσερις χιλιάδες πεντακόσια(14.500) κιλά το φορτίο(135 επιβάτες και 1000 κιλά φορτίο).

- Στο πρώτο βήμα σχεδιάζεται η ευθεία από το σημείο στο κενό βάρος λειτουργίας του αεροσκάφους επαυξημένο με το βάρος του πρόσθετου φορτίου (43.000 + 14.500) παράλληλα με τον άξονα το τετμημένων.
- Το επόμενο βήμα καθορίζεται από ανάλογα με το ζητούμενο.
 - Αν είναι γνωστό το απαιτούμενο μήκος πτήσης, παραδείγματος χάρη δύο χιλιάδες τριακόσια ναυτικά μίλια σχεδιάζεται ευθεία, κάθετη στην τετμημένη, στο αντίστοιχο σημείο και υπολογίζεται το βάρος απογείωσης, (Διάγραμμα 3.1 για αεροσκάφος 737-900) το οποίο εδώ είναι 75.000 κιλά.

- Αν το ζητούμενο είναι η μέγιστη εμβέλεια του αεροσκάφους για αυτό το φορτίο στο σημείο, που η ευθεία γραμμή παράλληλη στις τετμημένες, τέμνει την τελευταία γραμμή του σχεδίου μας (Μέγιστο Βάρος Απογείωσης-MTOW) σχεδιάζουμε ευθεία κάθετη στις τετμημένες και βλέπουμε τη μέγιστη ακτίνα. Στην περίπτωσή μας από τη μπλε γραμμή έχουμε μέγιστη ακτίνα δύο χιλιάδες οκτακόσια πενήντα (2.850) ναυτικά μίλια.

Ένα ακόμα ενδιαφέρον συμπέρασμα, είναι ότι για το αεροσκάφος του παραδείγματος, θεωρητικά υπάρχει διαθέσιμος χώρος για 15.000 κιλά εμπορεύματα. Βέβαια δεν μπορεί να δοθεί στη συγκεκριμένη περίπτωση όλος ο χώρος για αυτή την χρήση, καθώς πρέπει να γνωρίζουμε ότι είναι ειδικά διαμορφωμένο, ώστε να μπορεί να εξυπηρετήσει τον παραπάνω όγκο.



Διάγραμμα 3.1 : Διάγραμμα φορτίου- ακτίνας για αεροσκάφος τύπου 737-900 // Πηγή: [44]

Προφανώς το συγκεκριμένο διάγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με τα δεδομένα και τα ζητούμενα. Εμείς επιδιώξαμε ο αναγνώστης να κατανοήσει τον τρόπο λειτουργίας του. Είναι εύλογο να γίνει η παραδοχή ότι ένα αεροσκάφος όταν κάνει μια πτήση σε συνθήκες μέγιστου βάρους η ακτίνα έχει υποστεί μείωση της τάξης του 20% σε σχέση με την τυπική ακτίνα του αεροσκάφους (επιβάτες τυπικής χωρητικότητας και αποσκευές). [43] [44]

3.2 Κωδικός Αναφοράς Αεροδρομίου

Οι δύο βασικότεροι τρόποι κατάταξης των αεροσκαφών γίνονται με βάση το Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας(ΙCAO) και την Ομοσπονδιακή Διοίκηση Αεροπορίας(FAA). Για να επιτευχθεί αυτή η κατηγοριοποίηση έχει αναπτυχθεί ο Κωδικός Αναφοράς Αεροδρομίου (Aerodrome Reference Code) που καθορίζεται ανάλογα με κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ενός αεροσκάφους, όπως θα αναπτυχθούν παρακάτω. Ο κωδικός αυτός χρησιμεύει ως τρόπος απλοποίησης της διαδικασίας ελέγχου καταλληλότητας χρήσης ενός αεροδρομίου από ένα συγκεκριμένο αεροσκάφος.

Όσον αφορά τα αεροδρόμια υπάρχουν διάφοροι τρόποι κατηγοριοποίησής τους. Εδώ θα μελετήσουμε την κατηγοριοποίηση αεροδρόμιου με βάση την συμβατότητα των αεροσκαφών, ως προς τη χρήση των διαδρόμων του. Αυτή γίνεται σε αντιστοίχιση με τις κατηγοριοποίησεις των αεροσκαφών που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Δηλαδή, ο κωδικός αναφοράς ενός αεροδρομίου αντιστοιχεί στον κωδικό του πιο απαιτητικού αεροσκάφους («critical aeroplane») που εξυπηρετεί.

Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας(ΙCAO)

Η κατηγοριοποίηση των αεροσκαφών με βάση τον Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας γίνεται με έναν κωδικό αναφοράς αεροδρομίου που αποτελείται από δύο(2) στοιχεία. Ο κωδικός αυτός αποτελείται από δύο(2) στοιχεία, από τα οποία το πρώτο είναι ένας κωδικός αριθμός και δεύτερο ένα κωδικό γράμμα (πχ. 3B, 2A).

Το πρώτο στοιχείο του κωδικού επιλέγεται σύμφωνα με το βασικό μήκους αναφοράς του αεροσκάφους(Aeroplane reference field length). Το βασικό μήκος αεροσκάφους αναφέρεται στο ισορροπημένο βασικό μήκος, όταν το απαιτούμενο μήκος προσγείωσης ενός αεροσκάφους ισούται με το απαιτούμενο μήκος απογείωσης, αλλιώς στο απαιτούμενο μήκος απογείωσης. Ορίζεται ως η ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση που απαιτείται για την απογείωση ενός αεροσκάφους σε συνθήκες μέγιστου

βάρους(MTOW) , στο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας , σε συνθήκες ISAⁱ με νηνεμία και με μηδενική κλίση διαδρόμου όπως τεκμηριώνεται από το AFMⁱⁱ. (Πίνακας 1.1)

Το δεύτερο στοιχείο του κωδικού συνδέεται με το μήκος του ανοίγματος των φτερών(Wingspan) και της απόστασης μεταξύ των εξωτερικών σημείων των τροχών (Outer main gear wheel span).(Πίνακας 1.2)[45] [46]

Η επιλογή των κατάλληλου κωδικού γίνεται με βάση τους παρακάτω πίνακες:

Αριθμός	Βασικό μήκους αναφοράς του αεροσκάφους	Τυπικά Αεροσκάφη
1	< 800 m	DE HAVILLAND CANADA DHC-6/PIPER PA-31
2	800 m but < 1200 m	ATR42/BOMBARDIER Dash 8 Q300
3	1200 m but < 1800 m	SAAB 340/BOMBARDIER Regional Jet CRJ-200
4	1800 m and above	BOEING 737-700/AIRBUS A-320

Πίνακας 3.1 :Κωδικός Αριθμός κατά ICAO/ Πηγή :[45]

Γράμμα	Άνοιγμα φτερών	Απόσταση μεταξύ των τροχών	Τυπικά Αεροσκάφη
A	< 15 m	< 4.5 m	PIPER PA-31/CESSNA 404 Titan
B	15 m but < 24 m	4.5 m but < 6 m	BOMBARDIER Regional Jet CRJ-200/DE HAVILLAND CANADA DHC-6

-
- i To International Standard Atmosphere (ISA) αποτελεί ένα πρότυπο με βάση το οποίο συγκρίνουμε την πραγματική ατμόσφαιρα σε κάθε σημείο και ώρα.
- ii To Aircraft Flight Manual (AFM) είναι ένα εγχειρίδιο ,συνδεμένο με το πιστοποιητικό αξιοποίησας (Certificate of Airworthiness), το οποίο περιέχει τους περιορισμούς που καθορίζουν αν το αεροσκάφος πρέπει να θεωρείται αξιόπλοο, καθώς και οδηγίες-πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τα μέλη του πληρώματος πτήσης, με σκοπό την ασφαλή λειτουργία του αεροσκάφους.

C	24 m but < 36 m	6 m but < 9 m	BOEING 737-700/AIRBUS A-320/EMBRAER ERJ 190-100
D	36 m but < 52 m	9 m but < 14 m	B767/AIRBUS A-310
E	52 m but < 65 m	9 m but < 14 m	B777/B787 Series/A330
F	65 m but < 80 m	14 m but < 16 m	BOEING 747-8/AIRBUS A-380-800

Πίνακας 3.2: Κωδικό Γράμμα κατά ICAO/ Πηγή: [45]

Ομοσπονδιακή Διοίκηση Αεροπορίας (FAA)

Η κατηγοριοποίηση των αεροσκαφών με βάση την Ομοσπονδιακή Διοίκηση Αεροπορίας γίνεται με έναν κωδικό αναφοράς αεροδρομίου που αποτελείται από δύο(2) στοιχεία. Το πρώτο αποτελείται από έναν αριθμό εμφανιζόμενο με βάση το Ρωμαϊκό σύστημα αναπαράστασης αριθμών και το δεύτερο από ένα γράμμα (πχ. A-II,C-IV).

Η κατηγοριοποίηση του αεροσκάφους, για το πρώτο στοιχείο του κωδικού, πραγματοποιείται με βάση την ταχύτητα προσέγγισης V_{ref} (Threshold Speed) /Approach speed) που είναι ίση με την ταχύτητα V_s (Stall Speed)ⁱ, σε κατάσταση διαμόρφωσης προσγείωσης και κατά το παρόν βάρος του αεροσκάφους, πολλαπλασιασμένη με 1,3. Δηλαδή ισχύει η σχέση: $V_{ref}=V_s \times 1,3$

Η Ομάδα Σχεδιασμού Αεροδρομίου (Airport Design Group Classification- ADG) είναι ένας τρόπος κατηγοριοποίησης αεροσκαφών που αποτελείται από έξι(6) ομάδες, βασιζόμενος στο μήκος του ανοίγματος των φτερών ενός αεροσκάφους(Wingspan), καθώς και το ύψος της ουράς του (Tail Height). Η ομάδα αυτή αποτελεί το δεύτερο στοιχείο του κωδικού αναφοράς αεροδρομίου κατά FAA και πολλές φορές μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αντιστοιχία με το δεύτερο στοιχείο του κωδικού αναφοράς αεροδρομίου κατά ICAO.[47] [48]

Η επιλογή του κατάλληλου κωδικού γίνεται με βάση τους παρακάτω πίνακες:

ⁱ Ως V_s ορίζεται η ελάχιστη ταχύτητα πτήσης ενός αεροσκάφους, κατά την οποία παραμένει ελεγχόμενο από τον πιλότο.

Ομάδα	Άνοιγμα φτερών σε πόδια (μέτρα)	Υψος ουράς σε πόδια (μέτρα)	Τυπικά Αεροσκάφη
I	< 49' (15m)	< 20' (6.1m)	CESSNA 421 Golden Eagle/PIPER PA-31
II	49' (15m) - < 79' (24m)	20' (6.1m) - < 30' (9.1m)	CRJ/Saab 340
III	79' (24m) - < 118' (36m)	30' (9.1m) - < 45' (13.7m)	BOEING 737-700/AIRBUS A-320/EMBRAER ERJ 190-100
IV	118' (36m) - < 171' (52m)	45' (13.7m) - < 60' (18.3m)	B767/AIRBUS A-310
V	171' (52m) - < 214' (65m)	60' (18.3m) - < 66' (20.1m)	B777/B787/A330
VI	214' (65m) - < 262' (80m)	66' (20.1m) - < 80' (24.4m)	BOEING 747-8/A380

Πίνακας 3.3 : Ομάδα Σχεδιασμού Αεροδρομίου -Airport Design Group Classification(AOG)/
Πηγή: [61]

Ομάδα	Vref/Approach Speed	Τυπικά Αεροσκάφη
A	Approach speed less than 91 knots	Arava 201/Cessna 206
B	Approach speed 91 knots or more but less than 121 knots	F28/BE95

C	Approach speed 121 knots or more but less than 141 knots	B737/A318
D	Approach speed 141 knots or more but less than 166 knots	A340/B787
E	Approach speed 166 knots or more	AN-140

Πίνακας 3.4: Κατηγορία προσέγγισης αεροσκάφους – Aircraft Approach Category/Πηγή:
[61]

Παρατηρούμε ότι γενικά το δεύτερο στοιχείο του κωδικού κατά ICAO και κατά FAA, όσον αφορά το άνοιγμα φτερών, το οποίο αποτελεί και το πιο βασικό χαρακτηριστικό για αυτή την κατηγοριοποίηση, συμπίπτει καθώς εμφανίζουν τα ίδια όρια. Οπότε γίνεται αντιστοίχηση μεταξύ αυτών των δύο στοιχείων, ώστε να διευκολύνεται η μελέτη.

Κατηγοριοποίηση Αεροδρομίων

Όπως και προηγουμένως, υπάρχουν δύο διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις των αεροδρομίων σε προέκταση των διαφορετικών κατηγοριοποιήσεων των αεροσκαφών. Αυτές γίνονται με βάση τον Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας(ΙCAO) και τον Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας(FAA). Με βάση τα δεδομένα που μας παρέχουν υπάρχει η δυνατότητα να υπολογιστεί η καταλληλότητα χρήσης ενός διαδρόμου από ένα αεροσκάφος. Οι βασικοί παράμετροι που αποτελούν κριτήριο για την καταλληλότητα είναι το μήκος και το πλάτος του διαδρόμου. Παρόλα αυτά, υπάρχουν και άλλα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που πρέπει να ελέγχονται, τα οποία θα αναφερθούν παρακάτω, αλλά λόγω έλλειψης δεδομένων, καθώς και της ευχέρειας που υπάρχει στην προσαρμογή τους, θα θεωρηθεί ως παραδοχή στην παρούσα έρευνα, ότι έχουν τις κατάλληλες τιμές στα αεροδρόμια που θα αναλυθούν.

Πλάτος διαδρόμου

Όσο αφορά το πλάτος του διαδρόμου, αυτό πρέπει να υπερβαίνει τις ελάχιστες τιμές που δίνονται στον παρακάτω πίνακα. Ο συγκεκριμένος πίνακας είναι βασισμένος στα στοιχεία του ICAO. Παρόλα αυτά είναι ίδιος με των αντίστοιχων κατηγοριών της FAA. Οι τιμές αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με την κατηγορία που ανήκει το αεροσκάφος, για το οποίο γίνεται ο έλεγχος. Οπότε αντίστοιχα ένας διάδρομος που έχει κάποιο συγκεκριμένο πλάτος τοποθετείται στην αντίστοιχη κατηγορία και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλα τα αεροσκάφη που βρίσκονται μέσα στις κατηγορίες που

αυτός καλύπτει. Παραδείγματος χάριν, ένα διάδρομος πλάτους 32 είναι κατηγορίας 3C μέτρων και συμβατός για χρήση από τα αεροσκάφη κατηγοριών 1A,1B,1C,2A,2B,2C,3A,3B,3C. [49]

Γράμμα	Αριθμός					
	A	B	C	D	E	F
1 ^α	18 μέτρα	18 μέτρα	23 μέτρα	-	-	-
2 ^α	23 μέτρα	23 μέτρα	30 μέτρα	-	-	-
3	30 μέτρα	30 μέτρα	30 μέτρα	45 μέτρα	-	-
4	-	-	45 μέτρα	45 μέτρα	45 μέτρα	60 μέτρα

Πίνακας 3.5 : Πλάτη διαδρόμου βάση του ICAO/ Πηγή: [62]

- α) Το πλάτος ενός διαδρόμου προσέγγισης ακριβείας (IRF) δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 30 μέτρα όταν ο κωδικός αριθμός είναι 1 ή 2.

Μήκος Διαδρόμου

Το μήκος διαδρόμου που απαιτείται για κάθε κίνηση αεροσκάφους σε δεδομένη ημέρα επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Οι πιο σημαντικοί παράγοντες είναι:

- Το βάρος του αεροσκάφους κατά την απογείωση ή την προσγείωση και οι ρυθμίσεις για την άντωση ή την οπισθέλκουσα (πχ. WingFlaps).
- Μήκος διαδρομής (ή απόσταση χωρίς ενδιάμεση στάση).
- Καιρικές συνθήκες, ιδιαίτερα θερμοκρασία και άνεμοι.
- Τοποθεσία αεροδρομίου, κυρίως το υψόμετρο και η παρουσία φυσικών εμποδίων στην ευρύτερη περιοχή του διαδρόμου.
- Χαρακτηριστικά του διαδρόμου, όπως κλίση και κατάσταση οδοστρώματος (βρεγμένο ή στεγνό, υλικό επιφάνειας).

Οι ποιοτικές σχέσεις μεταξύ του απαιτούμενου μήκους και των παραπάνω παραγόντων είναι προφανείς. Ο ICAO δίνει προσεγγιστικές ποσοτικές σχέσεις, οι οποίες παρέχουν διορθώσεις για το υψόμετρο, τη θερμοκρασία, και την κλίση του διαδρόμου στο «Βασικό μήκος», δηλαδή το μήκος του διαδρόμου που αντιστοιχεί στο επίπεδο της θάλασσας, σε μηδενικό άνεμο, μηδενική κλίση, και συνθήκες σταθερής ατμόσφαιρας.

Για τον υπολογισμό του απαραίτητου μήκους του διαδρόμου δίνεται το παρακάτω παράδειγμα, ώστε να γίνει κατανοητός ο τρόπος υπολογισμού του με βάση τον ICAO. [34]

Παράδειγμα

Ένα αεροδρόμιο βρίσκεται σε υψόμετρο 150 m και έχει θερμοκρασία αναφοράςⁱT=24°C. Η κλίση του διαδρόμου είναι 0,5%. Πόση είναι η αύξηση του μήκους του διαδρόμου για απογείωση όταν το βασικό του μήκος για το αεροσκάφος σχεδιασμού είναι 1700 m;

Λύση: Το μήκος του διαδρόμου προκύπτει από το βασικό μήκος για το αεροσκάφος σχεδιασμού προσαυξημένο λόγω του υψομέτρου και της θερμοκρασίας του αεροδρομίου και της κατά μήκος κλίσης του διαδρόμου σύμφωνα με την παρακάτω σχέση (προσεγγιστικός τρόπος κατά ICAO):

$$L=L_{βασ.} \cdot (1+\alpha) \cdot (1+\beta) \cdot (1+\gamma)$$

Όπου: L_{βασ.} (Aeroplane reference field length) το βασικό μήκος του διαδρόμου για το αεροσκάφος σχεδιασμού:

- Ο συντελεστής διόρθωσης λόγω υψομέτρου του αεροδρομίου
- Ο συντελεστής διόρθωσης λόγω θερμοκρασίας του αεροδρομίου
- Ο συντελεστής διόρθωσης λόγω κατά μήκος κλίσεως του διαδρόμου

(α) Διόρθωση λόγω υψομέτρου του αεροδρομίου

Το βασικό μήκος του διαδρόμου αυξάνεται κατά 7% για κάθε 300m υψόμετρο πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Οπότε, έχουμε: L₁ = 1700 x (1 + 0,07x150/300) = 1760 m

(β) Διόρθωση λόγω θερμοκρασίας του αεροδρομίου

Το μήκος L₁ του διαδρόμου που βρήκαμε στο προηγούμενο βήμα αυξάνεται κατά 1%, για κάθε 1°C διαφορά της θερμοκρασίας αναφοράς (Θ.Α.) από τη θερμοκρασία σε συνθήκες σταθερής ατμόσφαιρας (Σ.Α.) για το υψόμετρο του αεροδρομίου. Στο αεροδρόμιο έχουμε θερμοκρασία αναφοράς ίση με Θ.Α.= 24°C.

Στην επιφάνεια της θάλασσας η θερμοκρασία σταθερής ατμόσφαιρας είναι Σ.Α.=15o C. Με γραμμική παρεμβολή στον Πίνακα 3-1 υπολογίζουμε τη θερμοκρασία για το επιθυμητό υψόμετρο. Οπότε για το υψόμετρο αεροδρομίου (150m), έχουμε:

$$\Sigma. A. = 15 - 6,5 \times 150 / 1000 = 14,025^{\circ}C.$$

$$\text{Άρα } \text{έχουμε: } L_2 = 1760 \times [1+ (24-14,025) \times 0,01] = 1936 \text{ m}$$

ⁱ Θερμοκρασία αναφοράς ορίζεται ως η μέση μηνιαία θερμοκρασία του θερμότερου μήνα του έτους.

Υψόμετρο(m)	Θερμοκρασία (°C)	Πίεση(kg/m^3)
0	15.00	1.23
500	11.75	1.17
1000	8.50	1.11
1500	5.25	1.06
2000	2.00	1.01
2500	-1.25	0.96
3000	-4.50	0.91
3500	-7.75	0.86
4000	-10.98	0.82
4500	-14.23	0.78
5000	-17.47	0.74
5500	-20.72	0.70
6000	-23.96	0.66

Πίνακας 3.6 : Πίνακας καθορισμένων θερμοκρασιών ανάλογα με το υψόμετρο/ Πηγή: [50]

(γ) Διόρθωση λόγω κλίσεως του διαδρόμου

Όταν το βασικό μήκος του διαδρόμου απογείωσης είναι μεγαλύτερο από 900m πρέπει να κάνουμε διόρθωση του μήκους λόγω της κατά μήκος κλίσης. Το μήκος L2 που υπολογίσαμε αυξάνεται κατά 10% για κάθε αύξηση κατά μήκος κλίσης 1%.

Έχουμε: $L3 = 1936 \times (1 + 0,5 \times 0,1) = 2033 \text{ m}$

Το τελικό μήκος για απογείωση είναι: **Lτελ= L3 ≈ 2033 m**

Επομένως, η συνολική αύξηση του μήκους του διαδρόμου είναι:

$\Delta L = 2033 - 1700 \Rightarrow \Delta L = 333 \text{ m}$

(Σημείωση: Έλεγχος αν το «διορθωμένο» μήκος λόγω υψομέτρου και θερμοκρασίας (L2) υπερβαίνει το 135% του βασικού). [50] [24]

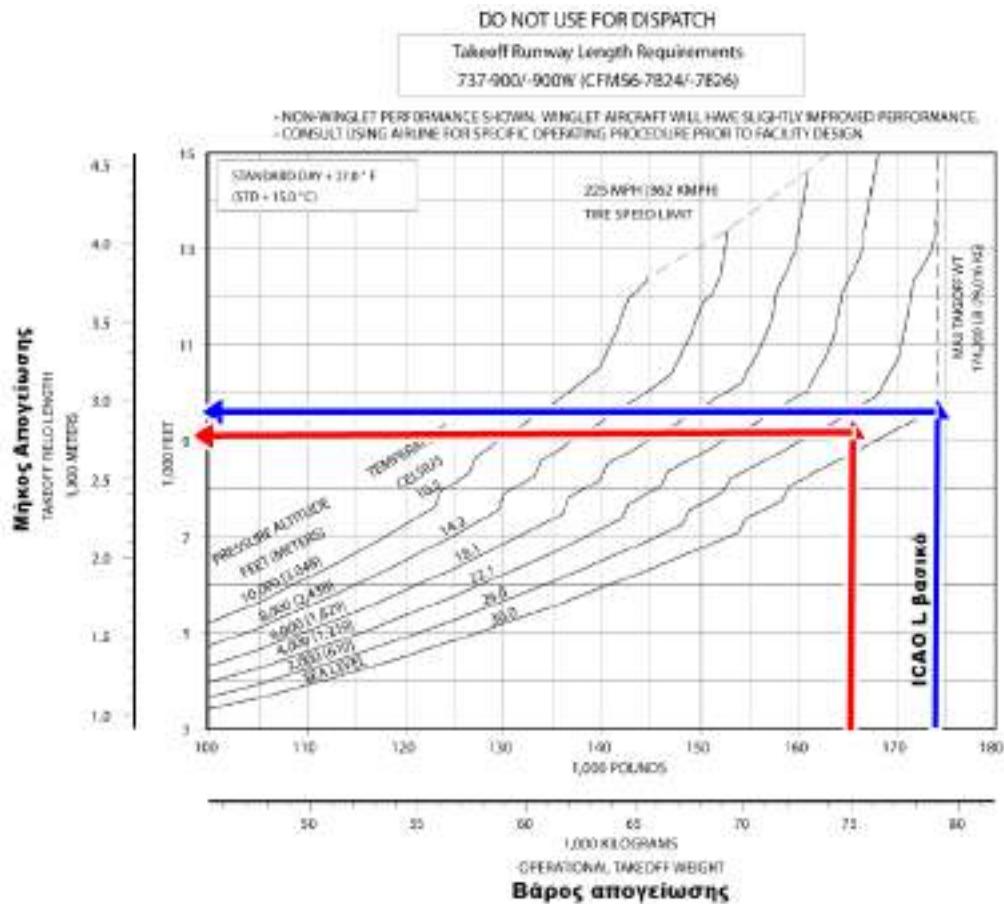
Ένας άλλος τρόπος να υπολογίσουμε το απαιτούμενο μήκος του διαδρόμου είναι μέσω των διαγραμμάτων που μας δίνουν οι εταιρίες για κάθε μοντέλο αεροσκάφους. Αυτός ο τρόπος είναι σύμφωνος με την FAA.

Ως συνέχεια του παραδείγματος για τον υπολογισμό της ακτίνας αεροσκάφους της παραγράφου 3.5 θα συνεχίσουμε με τον υπολογισμό του απαιτούμενου μήκους απογείωσης για ένα αεροσκάφος τύπου «Boeing 737-900». Στο εγχειρίδιο σχεδιασμού αεροδρομίων της Boeing δίνονται διαγράμματα για το μήκος διαδρόμου για θερμοκρασίες SDT και SDT+15°C, όπου SDT είναι η θερμοκρασία σταθερής ατμόσφαιρας, ίση με 15°C στην επιφάνεια της θάλασσας. Τα διαγράμματα χρησιμοποιούνται όταν στο αεροδρόμιο που εξετάζεται, η μέση μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι ίση ή μικρότερη της τιμής αυτής. [44]

Έχοντας καθορίσει το βάρος απογείωσης στα 75.000 κιλά και έστω θερμοκρασία 28°C, οπότε χρησιμοποιούμε το διάγραμμα για $SDT+15°C=30°C$ (αφού $28°C < 30°C$).

Φέρνουμε την κόκκινη γραμμή και το απαιτούμενο μήκος διαδρόμου να ισούται με 2750 μέτρα. Το διάγραμμα αυτό δίνει μήκη για διαδρόμους με μηδενική κατά μήκος κλίση. Σύμφωνα με την FAA, για την απογείωση μεγάλων αεροσκαφών (με $WT > 5.670$ kg) πρέπει να γίνεται μια προσαύξηση για την κατά μήκος κλίση του διαδρόμου. Για διαφορά 0,305m (=1 foot) ανάμεσα στο ψηλότερο και χαμηλότερο σημείο του διαδρόμου, το μήκος του διαδρόμου πρέπει να αυξηθεί κατά 3,05m (=10 feet). [52]

Παρατηρείται ότι ούτε στους πίνακες που παρέχονται για τα αεροσκάφη δεν ελέγχονται όλες οι παράμετροι που επηρεάζουν το απαιτούμενο μήκος προσγείωσης. Ανεξαρτήτως όμως, θεωρούνται πολύ χρήσιμοι καθώς παρέχουν τη δυνατότητα ελέγχου χρήσης ενός διαδρόμου από ένα αεροσκάφος, το οποίο σε συνθήκες μέγιστου βάρους δε θα μπορούσε να τον χρησιμοποιήσει. Ενώ ο ICAO χρησιμοποιεί τα μέγιστα μήκη για το κάθε αεροσκάφος στο επίπεδο της θάλασσας, κάτι που προφανώς είναι ασφαλέστερο μέσω των πινάκων, μπορούν να υπάρξουν ιδανικότεροι συνδυασμοί χαρακτηριστικών αεροσκάφους και διαδρόμου. Τέλος, σημαντικό είναι να επισημανθεί ότι το απαιτούμενο μήκος απογείωσης με το απαιτούμενο μήκος προσγείωσης ενός αεροσκάφους διαφέρουν. Παρόλα αυτά, κατά γενικό κανόνα το απαιτούμενο μήκος απογείωσης είναι δυσμενέστερο για ένα συγκεκριμένο διάδρομο. Οπότε ένας διάδρομος μπορεί να αξιολογηθεί ως κατάλληλος ή μη, ως παραδοχή για την διευκόλυνση του ερευνητή, μόνο από αυτό.



Διάγραμμα 3.2 : Απαιτούμενο μήκος αεροσκάφους τύπου 737-900/ Πηγή: [44]

Λοιπά γεωμετρικά χαρακτηριστικά διαδρόμου

Αντίστοιχα με το μήκος και το πλάτος ενός διαδρόμου, ο κωδικός αναφοράς του αεροδρομίου καθορίζει τις απαραίτητες προδιαγραφές και για τα υπόλοιπα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του διαδρόμου. Με βάση αυτές τις απαιτούμενες προδιαγραφές εξασφαλίζεται η ασφαλής λειτουργία του κρίσιμου αεροσκάφους για το οποίο σχεδιάστηκε ο διάδρομος. Η FAA δίνει προδιαγραφές για τις διαστάσεις του διαδρόμου και των σχετικών στοιχείων του, όπως:

- Ερείσματα διαδρόμου
- Ζώνη ασφαλείας διαδρόμου (Runway safety area)
- Ζώνη ελεύθερη εμποδίων του διαδρόμου (Obstacle-freezone)
- Blastpad διαδρόμου κ.α.

Τροχόδρομοι – Δάπεδα στάθμευσης αεροσκαφών

Σε ένα αεροδρόμιο για την ομαλή λειτουργία του πρέπει να υπάρχει κατάλληλος σχεδιασμός σε όλα τα στοιχεία του. Οπότε πέρα από τα χαρακτηριστικά του διαδρόμου, ένα αεροσκάφος θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει με ασφάλεια τους τροχόδρομους, ώστε να μετακινηθεί από το διάδρομο, στο δάπεδο στάθμευσης και αντίστροφα. Γι' αυτό η FAA και ο ICAO παρέχουν πίνακες με προδιαγραφές για τον κατάλληλο σχεδιασμό τους.

Τα δάπεδα στάθμευσης αεροσκαφών αποτελούν τη διασύνδεση μεταξύ εναέριας και επίγειας υποδομής. Ομοίως, πρέπει να τηρούν τις αντίστοιχες απαιτήσεις ασφαλείας, καθώς και να παρέχουν στα αεροσκάφη τη δυνατότητα για ικανοποιητική και ευέλικτη κίνηση μέσα και έξω από αυτό. [34]

3.5 Κατηγορία Ανατάραξης από Στρόβιλο – Wake Turbulence Category (WTC)

Ένας άλλος τρόπος ομαδοποίησης αεροσκαφών σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO) είναι η κατηγορία ανατάραξης από στρόβιλο (WTC) και βασίζεται στη μέγιστη πιστοποιημένη μάζα απογείωσης. Η κατηγοριοποίηση αυτή σχετίζεται άμεσα με τη χωρητικότητα ενός αεροδρομίου, καθώς μεταξύ δύο αεροσκαφών, όπου το ένα ακολουθεί το άλλο, απαιτούνται περιορισμοί για την ελάχιστη, μεταξύ τους, απόσταση.[53]

Κατηγοριοποίηση βάσει του ICAO

Ο κλασικός τρόπος διαχωρισμού WTC των αεροσκαφών γίνεται με βάση τον ICAO, ο οποίος αρχικά παρουσίαζε 3 διαβαθμίσεις. Μετά την έλευση του αεροσκάφους «Airbus 380-800» προστέθηκε μια ακόμα, μόνο για αυτό το αεροσκάφος, καθώς κρίθηκε πολύ μεγάλο για την κατηγορία «Heavy». Οι κατηγορίες αυτές όπως διαμορφώνονται από τον ICAO παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα(1.5).[54]

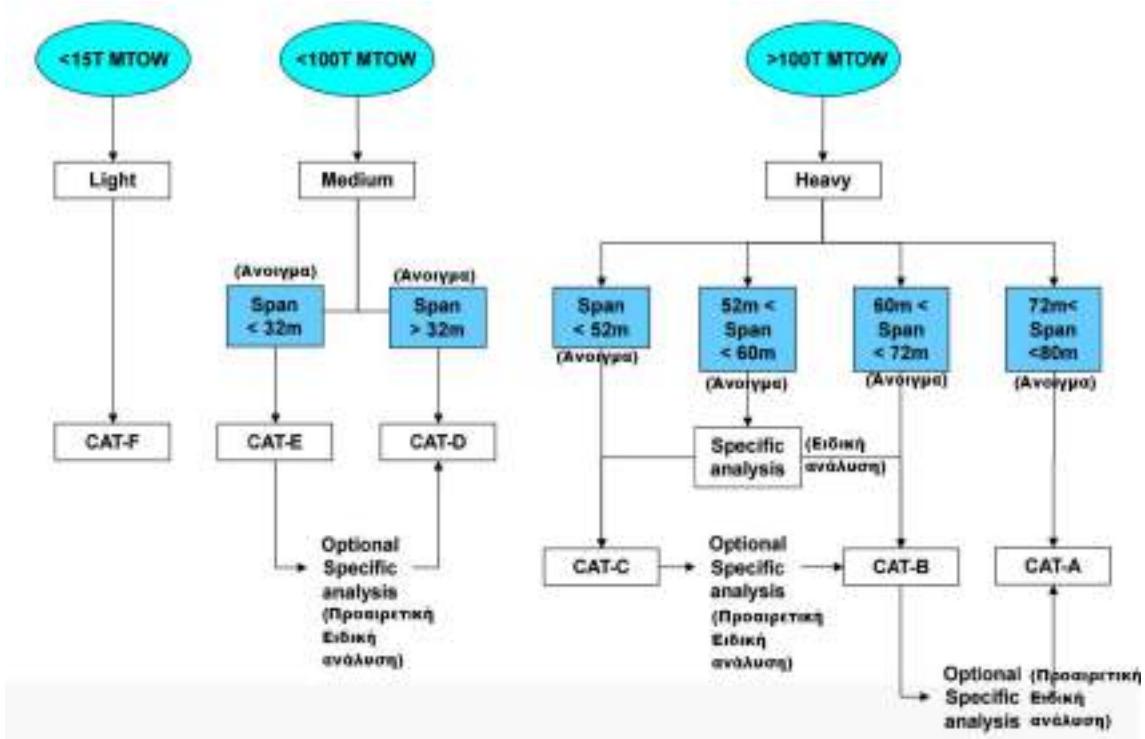
WTC	Μέγιστο Βάρος Απογείωσης(MTOW)	Τυπικά Αεροσκάφη
L (Light)	7 000 kg (15 500 lb) or less	LEARJET 24/DHC6
M (Medium)	136 000 kg (300 000 lb) and more than 7 000 kg (15 500 lb)	B737/A318
H (Heavy)	136 000 kg (300 000 lb) or more	B747/A310
Super Heavy	A380-800	A380

Πίνακας 3.7 : Wake Turbulence Category / Πηγή : [65]

RECAT-EU

Τα τελευταία χρόνια η παραπάνω κατηγοριοποίηση θεωρείται ευρέως ξεπερασμένη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι και η FAA, καθώς και πολλές Υπηρεσίες Πολιτικής Αεροπορίας χωρών της Ευρώπης έχουν αναπτύξει δικά τους συστήματα κατηγοριοποίησης. Όλα αυτά έχουν αποδειχθεί, με το πέρασμα των χρόνων, ασφαλή, καθώς δεν έχει σημειωθεί κανένα ατύχημα σε καμία από αυτές τις χώρες. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και στην αρχή, οι προβλέψεις για την αύξηση την εναέριας κυκλοφορίας απαιτεί αυξήσεις στην χωρητικότητα των αεροδρομίων, κάτι που θα μπορούσε να επιτευχθεί με έναν λιγότερο συντηρητικό διαχωρισμό των αεροσκαφών. Στα πλαίσια αυτά, ο ICAO ανέθεσε στην FAA και στο EUROCONTROL να δημιουργήσουν ένα ενιαίο σύστημα διαχωρισμού για τα αεροσκάφη, ώστε να ισχύσει σε όλο τον κόσμο.[55][56]

Το 2015 αυτό γίνεται εφικτό, καθώς η νέα κατηγοριοποίηση παρουσιάζεται από την EUROCONTROL. Η πρόταση αυτή περιέχει 6 κατηγορίες, ώστε να υπάρχει καλύτερος διαχωρισμός των αεροσκαφών. Με βάση αυτές, πάνω από 9.000 αεροσκάφη κατηγοριοποιήθηκαν και μόλις, 2 απαιτούν ειδική ανάλυση και 7 ειδική μεταχείριση (ICAO Doc8643). Αυτός ο σχετικά καινούργιος τρόπος κατηγοριοποίησης παρουσιάζεται αναλυτικά στο παρακάτω διάγραμμα(3.2).[57]



Διάγραμμα 3.3 : Διαδικασία κατηγοριοποίησης και κριτήρια για την ανάθεση υφιστάμενου τύπου αεροσκάφους στο σχέδιο RECAT-EU / Πηγή : [57]

Αναθεώρηση διαχωρισμών αεροσκαφών

Στο κεφάλαιο 3.5 παρουσιάστηκε η νέα μέθοδος διαχωρισμού αεροσκαφών (RECAT-EU), με σκοπό να χρησιμοποιείται παγκόσμια, και οι παραδοσιακές τέσσερεις κατηγορίες (WTC) του ICAO διαμορφώθηκαν σε έξι. Όπως αναφέρθηκε, και γίνεται φανερό στο μοντέλο υπολογισμού της μέγιστης χωρητικότητας, οι ελάχιστοι απαιτούμενοι διαχωρισμοί μεταξύ αεροσκαφών επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τη χωρητικότητα ενός αεροδρομίου.

Προηγείται / Ακολουθεί	A380-800	H (Heavy)	M (Medium)	L (Light)
A380-800		6 NM ⁱ	7 NM	8 NM
H (Heavy)		4 NM	5 NM	6 NM
M (Medium)				5 NM
L (Light)				

Πίνακας 3.8 : Ελάχιστοι διαχωρισμοί σε απόσταση μεταξύ αεροσκαφών ανάλογα με την κατηγορία (WTC) που ανήκουν – ICAO / Πηγή : [57]

Σημείωση : Όταν δεν απαιτείται διαχωρισμός λόγω WTC, τότε ο διαχωρισμός γίνεται λόγω ραντάρ (MRC) : 1) Όπως περιγράφεται από τον ICAO ο ελάχιστος διαχωρισμός λόγω ραντάρ είναι 3 NM (ή 2,5 NM κάτω από συγκεκριμένες περιστάσεις) (ICAO-Doc 444) ή 2) Όπως καθορίζεται από την αρμόδια Υπηρεσία Εναέριας Κυκλοφορίας

Στο πίνακα 4.3 φαίνονται οι ελάχιστοι διαχωρισμοί μεταξύ αεροσκαφών, σύμφωνα με τον ICAO. Όπως και οι διαβαθμίσεις που κρίθηκαν ξεπερασμένες, έτσι και οι διαχωρισμοί αυτοί, σε μια εποχή που γίνονται προσπάθειες αύξησης της χωρητικότητας, κρίνονται υπερβολικά συντηρητικοί. Για αυτό τον λόγο η νέα κατηγοριοποίηση αεροσκαφών (RECAT-EU), πέρα από μια απλά καλύτερη ομαδοποίηση αυτών, είχε ως απώτερο σκοπό την ανάπτυξη νέων ελάχιστων διαχωρισμών (Πίνακας 4.4).

Προηγείται Ακολουθεί		Super Heavy		Upper Heavy	Lower Heavy	Upper Medium	Lower Medium	Light
		A	B	C	D	E	F	
Super Heavy	A	3 NM		4 NM	5 NM	5 NM	6 NM	8 NM
Upper Heavy	B			3 NM	4 NM	4 NM	5 NM	7 NM
Lower Heavy	C				3 NM	3 NM	4 NM	6 NM
Upper Medium	D							5 NM
Lower Medium	E							4 NM
Light	F							3 NM

Πίνακας 3.9 : Ελάχιστοι διαχωρισμοί αεροσκαφών (RECAT-EU) // Πηγή :[57]

Σημείωση : Όταν δεν απαιτείται διαχωρισμός λόγο WTC τότε ο διαχωρισμός γίνεται λόγο ραντάρ (MRC) και θεωρείτε στα 2,5 NM (ICAO-Doc 444)

ⁱ Η μονάδα μέτρησης απόστασης είναι τα ναυτικά μίλια(NM). Ένα ναυτικό μίλι ισούται με 1852 μέτρα.

Προηγείται Ακολουθεί		Super Heavy	Upper Heavy	Lower Heavy	Upper Medium	Lower Medium	Light
		A	B	C	D	E	F
Super Heavy	A		-20 s		-40 s	-20 s	
Upper Heavy	B				-20 s		+20 s
Lower Heavy	C				-40 s	-20 s	
Upper Medium	D						
Lower Medium	E						-20 s
Light	F						+20 s

Πίνακας 3.10 : Διαφορές μεταξύ των ελάχιστων διαχωρισμών λόγο WTC για τις αναχωρήσεις αεροσκαφών (RECAT-EU – ICAO) // Πηγή : [57]

Σημείωση : Με πράσινο φαίνεται η βελτίωση στο χρόνο σε δευτερόλεπτα με την νέα κατηγοριοποίηση

Προηγείται Ακολουθεί		Super Heavy	Upper Heavy	Lower Heavy	Upper Medium	Lower Medium	Light
		A	B	C	D	E	F
Super Heavy	A	(+0.5 NM)	-2 NM	-1 NM	-2 NM	-1 NM	
Upper Heavy	B		-1 NM		-1 NM		+ 1 NM
Lower Heavy	C		-1(-1.5) NM	-1 NM	-2 NM	-1 NM	
Upper Medium	D						
Lower Medium	E						-1 NM
Light	F						(+0.5 NM)

Πίνακας 3.11 : Διαφορές μεταξύ των ελάχιστων διαχωρισμών λόγο WTC για τις αφίξεις αεροσκαφών (RECAT-EU – ICAO) // Πηγή : [57]

Βάσει αυτών των νέων ελάχιστων διαχωρισμών προβλέπεται να υπάρξουν άμεσα οφέλη στη χωρητικότητα του διαδρόμου, καθώς και στη λειτουργική αποδοτικότητά του. Συγκεκριμένα :

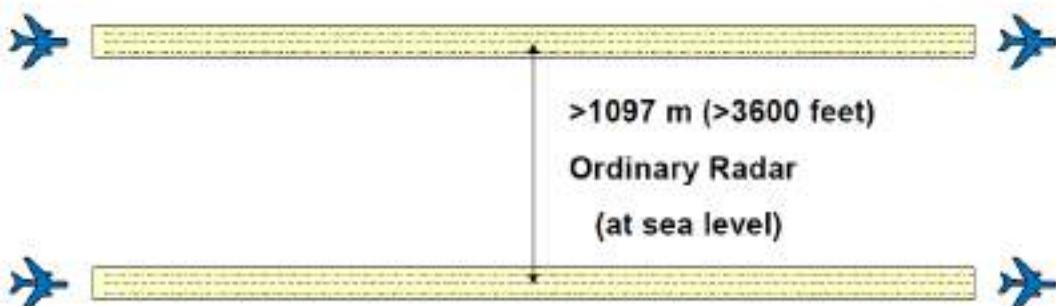
- Προβλέπεται η κυκλοφορία στο διάδρομο να αυξηθεί 5%, ή και περισσότερο, ανάλογα με τη μίξη των αεροσκαφών.

- Θα αφελήσει τη συνολική διάρκεια πτήσης και θα διευκολύνει τους ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας να διαχειριστούν την κίνηση.
- Θα επιτρέψει ταχύτερη ανάκαμψη από δυσμενείς συνθήκες και εναρμόνιση με τους κανονισμούς ATFM.
- Θα προσφέρει ακόμα μεγαλύτερη χωρητικότητα μέχρι το 2020 λόγω της εξέλιξης στη μίξη των αεροσκαφών.

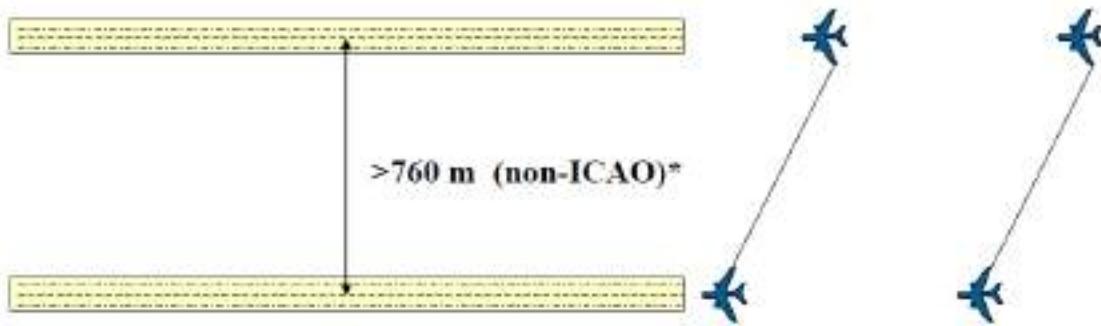
Ακόμα και οι παραπάνω διαχωρισμοί να μην εφαρμοστούν μαζικά από όλα τα αεροδρόμια, τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μεγάλη προσπάθεια να αυξηθεί η χωρητικότητα μέσω νέων διαχωρισμών. Το RECAT-EY δεν αποτελεί τη μοναδική πρόταση που έχει γίνει. Οπότε αποτελεί θέμα χρόνου η επικράτηση ενός νέου μοντέλου που θα έχει παρόμοια ή και καλύτερα αποτελέσματα.

Παράλληλοι διάδρομοι

Όσον αφορά τους παράλληλους διαδρόμους με την εξέλιξη της τεχνολογίας, καθώς και στα πλαίσια των απαιτήσεων για μεγαλύτερη χωρητικότητα οι αποστάσεις που απαιτούνται να έχουν μεταξύ τους για κάθε διάταξη έχει μεταβληθεί. Κύριο ρόλο έχει διατελέσει η εξέλιξη των ραντάρ και γενικότερα οι τεχνολογικές εξελίξεις στη διαχείριση εναέριας κυκλοφορίας(ATC). Για να θεωρούνται δύο παράλληλοι διάδρομοι ανεξάρτητοι, σταδιακά με τα χρόνια η μεταξύ τους απόσταση μειωνόταν με την πιο πρόσφατη μελέτη να θέτει το όριο στα χίλια ενενήντα εφτά μέτρα, σε συνθήκες IRF με συνηθισμένα στο επίπεδο της θάλασσας. Επιπλέον, το όριο για εξαρτημένες κινήσεις μεταβάλλεται στα εφτακόσια εξήντα μέτρα (760 μ) (ο ICAO προβλέπει 915 μέτρα).[53]

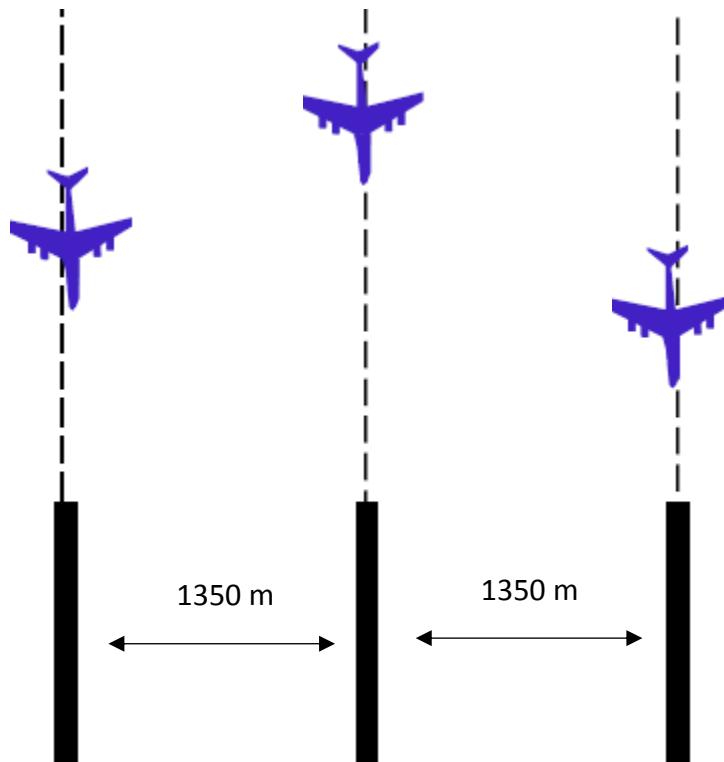


Διάγραμμα 3.4 : Ανεξάρτητες κινήσεις IRF σε παράλληλους διαδρόμους // Πηγή : [58]



Διάγραμμα 3.5 : Εξαρτημένες κινήσεις IRF σε παράλληλους διαδρόμους // Πηγή : [58]

Όσον αφορά τρείς παράλληλους διαδρόμους για να έχουμε ανεξάρτητες κινήσεις οι αποστάσεις έχουν μειωθεί στα χίλια τριακόσια πενήντα μέτρα (1350 μ), σε σχέση με τα χίλια πεντακόσια(1500 μ) του πίνακα 4.1. Πέντε αεροδρόμια των ΥΠΑ λειτουργούν σε καθημερινή βάση με αυτή τη θεώρηση.[58]



Διάγραμμα 3.6 : Ανεξάρτητες κινήσεις IRF σε τρείς παράλληλους διαδρόμους // Πηγή : [58]

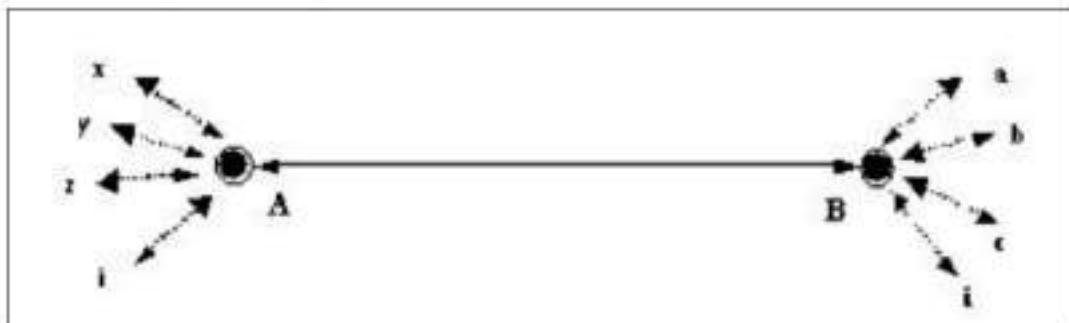
3.6 Αεροπορικές συνδέσεις

Οι πτήσεις, και ως προέκταση οι επιβάτες και το εμπόρευμα που μεταφέρεται από το αεροπλάνο, διακρίνονται αρχικά σε δύο βασικές κατηγορίες. Υπάρχουν οι εγχώριες πτήσεις (domestic), όπου πρόκειται για τις πτήσεις στο εσωτερικό μιας χώρας, και για τις διεθνείς (International) πτήσεις που αποτελούνται από τις πτήσεις μεταξύ δύο χωρών. Επίσης μπορούν να είναι απευθείας μεταξύ δύο αεροδρομίων (direct flights) ή με στάση σε ενδιάμεσο αεροδρόμιο (indirect flights).

Λόγω της αυξανόμενης τάσης για παγκοσμιοποίηση απορρέει μεγαλύτερη ζήτηση για πτήσεις μεταξύ δύο χωρών. Οι εταιρίες για να μπορέσουν να διαχειριστούν αυτή την κατάσταση, και να προσφέρουν χαμηλότερες τιμές, αναπτύσσουν μεθόδους με σκοπό την επίτευξη της βέλτιστης αξιοποίησης των διαθέσιμων υποδομών και του στόλου τους.

Δίκτυα συνδέσεων τύπου «Dog Bone» - «Hub and Spoke»

Για να επιτευχθεί αυτό, τα διεθνή αεροδρόμια μια χώρας πρέπει να επωφελούνται από τη δυνατότητα τροφοδοσίας μέσω των εγχώριων επιβατικών κινήσεων, προς και από τις πιο απομακρυσμένες τοποθεσίες μιας χώρας. Όλο και περισσότερο, μεγάλες διεθνείς αεροπορικές εταιρίες εκμεταλλεύονται τα δίκτυα αεροπορικών συνδέσεων τύπου «dog-bone», όπου τα μεγάλα διεθνή αεροδρόμια μια χώρας συμπληρώνονται με συνδέσεις προς τοπικά αεροδρόμια. Σε κάποιες χώρες αυτός ο τρόπος διαχείρισης της επιβατικής κίνησης μπορεί να χρησιμοποιείται όχι μόνο για τη διανομή των επιβατών μέσα στη χώρα, αλλά και σε μικρότερα αεροδρόμια άλλων κοντινών χωρών. Με αυτή τη μέθοδο μια εταιρία μπορεί να έχει συγκεντρωμένο τον στόλο της κυρίως σε ένα αεροδρόμιο, με προέκταση την μείωση των εξόδων της και την προσφορά ανταγωνιστικότερων τιμών. Τα δίκτυα αυτά ονομάζονται και «Hub and Spoke». Τα αεροδρόμια που λειτουργούν με αυτόν τον τρόπο ονομάζονται «Hub». Για να επιτευχθεί αυτή η λειτουργία, συνήθως αποτελεί προϋπόθεση κάποια αεροπορική εταιρία να χρησιμοποιεί ως έδρα της το συγκεκριμένο αεροδρόμιο.[59]



Διάγραμμα 3.7 : Δίκτυο αεροπορικών συνδέσεων τύπου «dog-bone» μεταξύ δύο διεθνών αεροδρομίων (A,B) // Πηγή : [59]

Επιβάτες τύπου Transfer και Transit

Πλέον οι περισσότερες αεροπορικές εταιρίες χρησιμοποιούν σαν έδρα μεγάλη διεθνή αεροδρόμια και προωθούν τον προαναφερόμενο μοντέλο αεροπορικών συνδέσεων. Για τη βέλτιστη διαχείριση των επιβατών διαχωρίζονται σε επιβάτες τύπου «transfer» και «transit».

Οι επιβάτες τύπου «transfer» είναι εκείνοι, οι οποίοι πραγματοποιούν μια διεθνή πτήση μεταξύ δύο αεροδρομίων και στη συνέχεια αλλάζουν αεροσκάφος, ώστε να μετακινηθούν από το αεροδρόμιο αφίξης σε ένα άλλο εγχώριο αεροδρόμιο. Δεν είναι απαραίτητο τα αεροσκάφη που θα χρησιμοποιηθούν να ανήκουν στην ίδια αεροπορική εταιρία και ο επιβάτης οφείλει να έχει επίγνωση για το αν θα πρέπει να παραλάβει τις αποσκευές του στο ενδιάμεσο αεροδρόμιο ή όχι. Ένας δεύτερος ορισμός, θεωρεί επιβάτες τύπου «transfer» αυτούς που εκτελούν δυο διαδοχικές εγχώριες πτήσεις με διαφορετικά αεροσκάφη.

Οι επιβάτες τύπου «transit» είναι αυτοί που πρώτα εκτελούν μια εγχώρια πτήση με προορισμό ένα διεθνές αεροδρόμιο και μετά προβαίνουν σε μια διεθνή πτήση περνώντας από τις εγκαταστάσεις ελέγχου διαβατηρίων του αεροδρομίου. Αντίστοιχα, ο δεύτερος ορισμός για τους επιβάτες τύπου «transit», περιλαμβάνει τους επιβάτες που εκτελούν μια πτήση μεταξύ δύο αεροδρομίων, με ενδιάμεση στάση σε κάποιο αεροδρόμιο, χωρίς να αλλάζουν αεροσκάφος ανεξαρτήτως αν πρόκειται για εγχώριες ή διεθνείς πτήσεις. [25]

3.7 Εναέρια κυκλοφορία

Ο Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας (ΕΕΚ) είναι υπηρεσία, η οποία παρέχεται στους αεροναυτιλομένους, με σόχο την πρόληψη των συγκρούσεων μεταξύ αεροσκαφών, την πρόληψη των συγκρούσεων μεταξύ αεροσκαφών και εμποδίων στην περιοχή ελιγμών ενός αεροδρομίου και την επιτάχυνση και διατήρηση τακτικής ροής της εναέριας κυκλοφορίας. Ο διεθνής όρος που χρησιμοποιείται για αυτή την υπηρεσία είναι ATC (Air Traffic Control).

Η υπηρεσία ΕΕΚ (ATC) ανήκει σε ένα σύνολο υπηρεσιών που δρουν παράλληλα και που ορίζονται ως ATS (Air Traffic Services) και στην ελληνική γλώσσα αποδίδονται με τον όρο υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας. Σε αυτές τις υπηρεσίες ανήκουν, εκτός από τον ΕΕΚ, οι υπηρεσίες πληροφοριών πτήσης, οι υπηρεσίες συναγερμού και οι συμβουλευτικές υπηρεσίες στον τομέα της εναέριας κυκλοφορίας. Οι υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας μαζί με τις υπηρεσίες επικοινωνιών, πλοιήγησης, επιτήρησης, τις υπηρεσίες αεροναυτικών πληροφοριών και τις μετεωρολογικές υπηρεσίες που προορίζονται για την αεροναυτιλία, αποτελούν τις υπηρεσίες αεροναυτιλίας.

Οι υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας είναι λοιπόν υπεύθυνες για τον ασφαλή διαχωρισμό των αεροσκαφών στον αέρα και στο έδαφος (στην περιοχή ελιγμών ενός

αεροδρομίου), για την στοιχειοθέτηση και διανομή των πολλαπλών πληροφοριών που είναι αναγκαίες να διατίθενται προς τους πιλότους σε μόνιμη, εποχιακή ή παροδική βάση και για τη συνέγερση όλων των απαραίτητων φορέων και μέσων σε περιπτώσεις που απειλείται ή ενδέχεται να απειληθεί η ασφάλεια πτήσεων. Στο έργο τους οι υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας υποστηρίζονται από τις υπόλοιπες υπηρεσίες αεροναυτιλίας, οι οποίες είναι υπεύθυνες μεταξύ άλλων και για την κατασκευή, συντήρηση και εφαρμογή πολύπλοκων και εντελώς εξειδικευμένων ηλεκτρονικών συστημάτων. Όσοι φορείς παρέχουν όλες τις παραπάνω υπηρεσίες οφείλουν να τηρούν ειδικούς κανονισμούς ασφαλείας.

Λειτουργούν επίσης υπηρεσίες που ασχολούνται με το σχεδιασμό και τη διαχείριση του εναέριου χώρου και τη διαχείριση της ροής της εναέριας κυκλοφορίας. Αυτές οι υπηρεσίες μαζί με τις υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας αποτελούν τμήμα της διαχείρισης της εναέριας κυκλοφορίας (Air Traffic Management - ATM). Με γνώμονα την αποτελεσματικότερη διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια της Αεροναυτιλίας - Eurocontrol έχει θεσπίσει ένα φορέα, ο οποίος προαποφασίζει για την ώρα αναχώρησης κάθε πτήσης εντός του ευρωπαϊκού εναέριου χώρου με σκοπό να περιορίσει σε όρια ασφαλείας τον αριθμό πτήσεων σε κάθε περιοχή που ασκείται ΕΕΚ. Η υπηρεσία αυτή είναι γνωστή με τον αγγλικό όρο CFMU (Central Flow Control Management Unit), η οποία έκτοτε δρα ως αναπόσπαστο κομμάτι του ευρωπαϊκού συστήματος ΕΕΚ.

Το χρονοπαράθυρο (slot) ενός αεροδρομίου εισήχθη ως έκφραση της χωρητικότητας του αεροδρομίου στα τέλη της δεκαετίας του 1960, με στόχο την αντιμετώπιση προβλημάτων συμφόρησης και καθυστερήσεων. Ορίζεται ως η άδεια που δίνεται σε κάποιον αερομεταφορέα να χρησιμοποιήσει όλο το εύρος των υποδομών του αεροδρομίου για να εκτελέσει μία πτήση σε μια συγκεκριμένη ημέρα και ώρα τόσο για την άφιξη όσο και για την αναχώρηση.

Τα αεροδρόμια χαρακτηρίζονται ως συντονισμένα (coordinated), όταν έπειτα από μία διαδικασία έρευνας και παρατήρησης με όλους τους εμπλεκομένους χρήστες, εταιρείες και ρυθμιστές, υπάρχει διαπιστωμένη δυσκολία στη διαχείριση των χρονοπαραθύρων του αεροδρομίου και γ' αυτό το λόγο ορίζεται κάποιος συντονιστής (slot coordinator) που θα διευκολύνει την επιχειρησιακή λειτουργία του αεροδρομίου. Πλήρως συντονισμένο (fully coordinated, Επίπεδο 3) (κατά τους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης) αποκαλείται το αεροδρόμιο, στο οποίο προκειμένου να προσγειωθεί ή να απογειωθεί ένα αεροσκάφος. Είναι απαραίτητο για την εταιρεία που πετάει το συγκεκριμένο αεροσκάφος να έχει κατανεμηθεί χρονοπαράθυρο από το συντονιστή. Αντίστοιχα, υπάρχουν και αεροδρόμια με διευκολύνσεις στον προγραμματισμό (schedules facilitated airports, Επίπεδο 2), για τα οποία ο συντονιστής επικουρεί τον προγραμματισμό των εταιρειών στο εν λόγω αεροδρόμιο (επί της ουσίας δεν υπάρχουν περιορισμοί στις ώρες δρομολόγησης). [26]

Για την καλύτερη, λοιπόν, δυνατή διαχείριση της χωρητικότητας των αερολιμένων και για αποφυγή της δημιουργίας συμφόρησης στους χώρους των αερολιμένων, εφαρμόζονται οι διαδικασίες κατανομής χρονοθυρίδων, όπως αυτές διέπονται από τον Κοινοτικό Κανονισμό 95/93 και τον σχετικό τροποποιητικό Κανονισμό 793/2004. Ακολουθούνται επίσης οι σχετικές συστάσεις της IATA (Worldwide Slot Guidelines) και οι βέλτιστες πρακτικές του Ευρωπαϊκού Συνδέσμου Συντονιστών Αερολιμένων (European Airport Coordinators' Association - EUACA). [27]

Οι αεροπορικές εταιρίες δίνουν στο συντονιστή την αίτηση με το χρονοδιάγραμμά τους για το συγκεκριμένο αερολιμένα, έπειτα ο εθνικός συντονιστής διαθέτει το χρόνο χρήσης με βάση το ιστορικό προηγούμενο. Οι οδηγίες της IATA αναγνωρίζουν το ιστορικό προηγούμενο του χρόνου χρήσης, δηλαδή δίνεται προτεραιότητα στην αίτηση της αεροπορικής εταιρίας, όπου χρησιμοποιεί τουλάχιστον το 80% του χρόνου κατά την αντίστοιχη περιστινή περίοδο (WSG,2011). Αυτά τα δικαιώματα θεωρούνται κεκτημένα. Στα συνέδρια, οι αεροπορικές εταιρίες προσπαθούν να βελτιώσουν τα χρονοδιαγράμματά τους με ανταλλαγή των δικαιωμάτων που έχουν για τους χρόνους χρήσης στους αερολιμένες. Τα συνέδρια αυτά λαμβάνουν χώρα δύο φορές το χρόνο, προκειμένου να συζητήσουν τον προγραμματισμό της χειμερινής ή της θερινής περιόδου. Επί του παρόντος περισσότερες από 260 αεροπορικές εταιρίες συμμετέχουν σε αυτά τα συνέδρια (WSG,2011). Παρά το γεγονός ότι, τα συνέδρια αρχικά είχαν σκοπό την διευκόλυνση της διασύνδεσης, έχουν γίνει ένα από τα πιο σημαντικά μέσα για τις αεροπορικές εταιρίες να διαχειρίζονται την πρόσβαση σε όλα τα αεροδρόμια του κόσμου. [28]

3.8 Το φορτίο στις αερομεταφορές

Εισαγωγή

Η αερομεταφορά φορτίου παίζει ολοένα και σημαντικότερο ρόλο στην παγκόσμια οικονομία. Αποφέρει 46 δισεκατομμύρια δολάρια και αναμένεται να τριπλασιαστεί ως το 2021. Νέες μορφές διεθνούς εμπορίου και επενδύσεων, όπως το ηλεκτρονικό εμπόριο, τα παγκόσμια βιομηχανικά δίκτυα, και το διεθνές εμπόριο αλλοιώσιμων και υψηλής τεχνολογίας αγαθών, χρησιμοποιούν εναέρια μεταφορικά μέσα για τις ανάγκες των μεταφορών τους. Η ποσότητα και η αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών αερομεταφοράς φορτίου είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη αυτών των νέων μορφών παγκόσμιου εμπορίου.

Ο τομέας φορτίου έχει συμβάλει και έχει επωφεληθεί από την πρόσφατη ταχεία ανάπτυξη της παγκόσμιας οικονομίας, καθώς επίσης και από την παγκοσμιοποίηση και διεθνοποίηση της παραγωγής. Προσφέρει έναν γρήγορο και σχετικά ασφαλή τρόπο μεταφοράς μικρού όγκου και βάρους, αλλά μεγάλης αξίας προϊόντων. Κατά την περασμένη δεκαετία, η αερομεταφορά φορτίου αυξήθηκε με ταχύτερους ρυθμούς από την μεταφορά επιβατών, και σύμφωνα με τις προβλέψεις της αεροπορικής

βιομηχανίας, αυτή η τάση αναμένεται να συνεχιστεί. Το 2% του παγκόσμιου εμπορίου, από άποψη όγκου, πραγματοποιείται μέσω των αερομεταφορών, αλλά η αξιακή συμμετοχή του όγκου αυτού στην συνολική αξία του παγκόσμιου εμπορίου ανέρχεται στο ένα τρίτο, λόγω της υψηλής συγκριτικά αξίας των μεταφερόμενων αεροπορικώς εμπορευμάτων. Σε παγκόσμιο επίπεδο η μεγαλύτερη διακίνηση φορτίου πραγματοποιείται σε τρεις αγορές: στον Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό, την Ευρώπη/Άπω Ανατολή και τον Ειρηνικό.

Όλοι οι εξαγωγείς και εισαγωγείς βιομηχανικών προϊόντων παγκοσμίως εκδηλώνουν άμεσο ενδιαφέρον και στηρίζουν πολλά από τα συμφέροντά τους στην αποτελεσματική παροχή των διεθνών υπηρεσιών φορτίου. Ενώ μέχρι πρόσφατα η πλειοψηφία των αεροπορικών επιχειρήσεων θεωρούσε την μεταφορά φορτίου σαν δευτερεύον προϊόν (υποπαράγωγο) της μεταφοράς επιβατών, η αντιμετώπιση αυτή των επιχειρήσεων έχει αρχίσει να αλλάζει. Ένα συνεχώς αυξανόμενο ποσοστό υψηλής αξίας προϊόντων μεταφέρεται αεροπορικά, με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων υπηρεσιών για όλους τους τύπους φορτίων.

Η αερομεταφορά φορτίου επηρεάζεται από ρυθμίσεις και κανονισμούς με διάφορους τρόπους. Οι κανονισμοί αυτοί αφορούν σε θέματα ασφάλειας και θορύβου, αλλά και στις συνέπειες των αερομεταφορών στο περιβάλλον. [29]

Tύποι αεροπορικού φορτίου

Όπως και γενικότερα στο εμπορευματικό φορτίο, τόσο και στο αεροπορικό, για την καλύτερη διαχείρισή του, έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τρόποι ομαδοποίησης και διαχωρισμού του. Μια βασική κατηγοριοποίηση του αεροπορικού φορτίου είναι σε εμπορικό φορτίο, φορτίο ταχυμεταφοράς και αλληλογραφία.

Το εμπορικό φορτίο περιλαμβάνει αγαθά, εφημερίδες, διπλωματικούς σάκους και δέματα που μεταφέρονται με αεροσκάφη εμπορικής εκμετάλλευσης (προγραμματισμένα και μη), με εξαίρεση τις αποσκευές των επιβατών και την αλληλογραφία. Το φορτίο ταχυμεταφοράς περιλαμβάνει τα δέματα και τους φακέλους που ανατίθενται σε ιδιωτικές εταιρείες ταχείας παράδοσης, και είτε μεταφέρονται αεροπορικώς, είτε όχι. Τέλος, η αλληλογραφία περιλαμβάνει μόνο το φορτίο που παραδίδεται από τις ταχυδρομικές υπηρεσίες, ανεξαρτήτως του περιεχομένου. [65]

Το αεροπορικό φορτίο είναι εντυπωσιακά ετερογενές ως προς το χαρακτήρα του. Πολλές φορές είναι βολικό να κατηγοριοποιείται ανάλογα με τον τρόπο που θα πρέπει να τεθεί υπό διαχείριση στον τερματικό σταθμό. Τέτοιες διαβαθμίσεις είναι οι εξής : α) Προγραμματισμένο(planned), για το οποίο ο πιο οικονομικός τρόπος μεταφοράς είναι μέσω αέρα, β) Τακτικό(regular), το οποίο έχει μικρή εμπορευματική ζωή, όπως οι εφημερίδες, γ) Επείγον(Emergency), το οποίο απαιτεί μεγάλη ταχύτητα παράδοσης, δ) Μεγάλης αξίας(high value), με απαίτηση για φύλαξη, ε) Επικίνδυνο(dangerous), το οποίο χρειάζεται προσοχή στο χειρισμό για ειδικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης, στ)

Απαγορευμένο(restricted articles), καθώς πρέπει να πληρεί συγκεκριμένους περιορισμούς και ζ) Ζωντανό(lifestock) που πρόκειται για ζώα, τα οποία απαιτούν ειδική διαχείριση και παροχές σε νερό, φαγητό.[31]

Τα κύρια, λοιπόν, προϊόντα που μεταφέρονται αεροπορικώς είναι κατά κύριο λόγο : ανταλλακτικά μηχανημάτων και αυτοκίνητων, έντυπο υλικό, προϊόντα υφαντουργίας, υποδήματα - ρούχα, ηλεκτρονικά προϊόντα, τρόφιμα, χημικά προϊόντα, φαρμακευτικά προϊόντα, άνθη και κοσμήματα. Γενικά, η αεροπορική μεταφορά φορτίων αποτελεί τον πιο επιθυμητό τρόπο μεταφοράς. Όταν το προϊόν είναι πολύτιμο, απαιτεί μεγάλη ταχύτητα μεταφοράς, έχει ανάγκη από ειδική μεταχείριση και η ζήτηση είναι απρόβλεπτη. [30]

Αεροδρόμιο και φορτίο

Σχεδόν όλα τα αεροδρόμια χειρίζονται φορτία. Οι εργασίες διακίνησης φορτίων στα αεροδρόμια περιλαμβάνουν την προετοιμασία φορτίων, τη φόρτωση και την εκφόρτωση του αεροσκάφους και τη μεταφορά φορτίου μεταξύ των εγκαταστάσεων αποθήκευσης και τη χερσαία μεταφορά.

Για το εξερχόμενο φορτίο, η προετοιμασία περιλαμβάνει την ενοποίηση του φορτίου, την τοποθέτησή του σε παλέτες και δοχεία, την επιθεώρηση και την καταγραφή. Για το εισερχόμενο φορτίο, η διαχείρισή του περιλαμβάνει τις τελωνειακές και άλλες ρυθμιστικές διαδικασίες, καθώς και τη διανομή του. Για το φορτίο μεταφόρτωσης, η λειτουργία περιορίζεται γενικά στην εκφόρτωση, την ανασυγκρότηση και την επαναφόρτωση του φορτίου, αλλά μπορεί να γίνει και ως άμεση μεταφορά μεταξύ αεροσκαφών (μερικές φορές γνωστή ως μεταφορά από ουρά σε ουρά).

Εμπορευματικός τερματικός σταθμός

Οι εμπορευματικοί τερματικοί σταθμοί είναι εκεί που πραγματοποιούνται όλες οι διεργασίες για το εμπόρευμα σε ένα αεροδρόμιο. Πολλοί μεγάλοι εμπορευματικοί σταθμοί είναι εξοπλισμένοι με συστήματα μεταφοράς φορτίου, επιτρέποντας την ταχεία και ασφαλή μετακίνηση μέσα στον τερματικό σταθμό. Ο χειρωνακτικός χειρισμός περιλαμβάνει τη στοίβαξη του φορτίου σε παλέτες και σε εμπορευματοκιβώτια και αποτελεί κανόνα σε μικρούς τερματικούς σταθμούς. Οι σύγχρονοι τερματικοί σταθμοί παρέχουν χωριστούς χώρους ασφαλείας για φορτία υψηλής αξίας και μερικοί διαθέτουν εγκαταστάσεις ψυκτικής αποθήκευσης για φθαρτά. Οι τερματικοί σταθμοί που δεν είναι εξοπλισμένοι με τέτοιο εξοπλισμό υπόκεινται σε αυξημένους κινδύνους κλοπής, εξόντωσης και απώλειας φθοράς. Οι υπερπλήρεις συνθήκες ενδέχεται επίσης να απαιτούν αποθήκευση ορισμένων φορτίων σε εξωτερικούς χώρους, εκθέτοντάς τα στα στοιχεία.

Όπως παρατηρείται στον πίνακα, ανάλογα με τον όγκο των εμπορευμάτων που έχει να διαχειριστεί ένας εμπορευματικός τερματικός σταθμός απαιτείται να πληρεί

συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Όσο ο όγκος του φορτίου αυξάνεται, χρειάζεται και βελτίωση των χαρακτηριστικών του, ώστε να επιτυγχάνεται με τη σειρά της και μια καλύτερη διαχείριση του διαθέσιμου χώρου.

Ετήσια διακίνηση (τόνοι)	Χαρακτηριστικά	Διακίνηση Ανά τετραγωνικό μέτρο
Κάτω από 50.000	Λειτουργίες περονοφόρου οχήματος με μικρότερη ένταση κεφαλαίου. Περιορισμένη ανιχνευσιμότητα και παρακολούθηση των αποστολών. Αναποτελεσματική χρήση του χώρου και της εργασίας. Μεγαλύτερες απώλειες από κλοπή και κακή μετακίνηση και περονοφόρα.	5
50.000-100.000	Απλή διαχείριση φορτίων αποθήκης. Απαιτεί παλέτες και εξοπλισμό για τις κινήσεις τους. Ράφια χαλαρού φορτίου. Απλές λωρίδες μεταφοράς. Οριακή βελτίωση της ανιχνευσιμότητας. Κάποια μείωση των ποσοστών απώλειας.	8
100.000-250.000	Ημιαυτόματο, αποτελεσματικό χειρισμό ULD / φορτίου. Ιχνηλασμότητα για τον εντοπισμό των αποστολών και εμπορευματοκιβωτίων / παλετών . Καλύτερη χρήση του χώρου και της εργασίας.	10
Πάνω από 250.000	Πλήρως ολοκληρωμένη αυτοματοποίηση. Σημαντικές επενδύσεις σε συστήματα εξοπλισμού και πληροφοριών. Πρότυπα υψηλής απόδοσης.	17

Πίνακας 3.12 : Συσχέτιση χαρακτηριστικών αποθήκης τερματικού σταθμού με το εισαγόμενο φορτίο // Πηγή : [67]

Ο τρόπος που αλληλοδιαμορφώνονται ο χρόνος, ο οποίος απαιτείται για τη διαχείριση του εμπορεύματος σε ένα αεροδρόμιο, σε σχέση με τη χωρητικότητα του τερματικού σταθμού, είναι δύσκολο να εκφραστεί με ευκολία και μέσω επιπέδων εξυπηρέτησης, αντίστοιχα με αυτά που χρησιμοποιούνται για τους επιβατικούς τερματικούς σταθμούς. Παρακάτω στο διάγραμμα, φαίνεται πώς διαμορφώνονται τα επίπεδα εξυπηρέτησης σε σχέση χρόνου με τον όγκο των εμπορευμάτων προς χωρητικότητα του σταθμού. Σκιαγραφημένα είναι τα επίπεδα εξυπηρέτησης που είναι εφικτό να

λειτουργήσει ένα αεροδρόμιο. Λόγω των πολλών παραγόντων που πρέπει να ληφθούν υπόψη, είναι ανασφαλές να χρησιμοποιούνται σε όλες τις περιπτώσεις. Μια γενική αντίληψη που προκύπτει είναι, ότι ένα αεροδρόμιο θα πρέπει να λειτουργεί στο 80% της μέγιστης χωρητικότητας του εμπορευματικού σταθμού και στο 94% ως προς τη μέγιστη δυνατότητα για εμπορευματική ροή για να μην αντιμετωπίσει προβλήματα.[67][68]

Αεροσκάφος και φορτίο

Η αερομεταφορά φορτίου επιτυγχάνεται είτε στο κάτω επίπεδο ενός επιβατικού αεροσκάφους (belly cargo), το οποίο είναι κατάλληλα διαμορφωμένο για τη μεταφορά φορτίου, είτε με τα αεροσκάφη τύπου «Combi», ή με αεροσκάφη αποκλειστικής μεταφοράς φορτίου (freighters). «Combi» ονομάζεται το αεροσκάφος εκείνο, του οποίου η διαρρύθμιση των καθισμάτων των επιβατών, είναι διασκευασμένη κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να δημιουργείται χώρος και στο άνω κατάστρωμα για μεταφορά εμπορευμάτων.

Οι αεροπορικές εταιρείες, με βάση το σχεδιασμό των αεροσκαφών που επιτυγχάνει την ταυτόχρονη μεταφορά εμπορευματικού φορτίου και επιβατών, μπορούν να εξυπηρετήσουν προορισμούς που δεν δικαιολογούν από μόνοι τους αρκετή επιβατική ή εμπορευματική κίνηση. Με τη δυνατότητα, λοιπόν, να συνδυάζεται η μεταφορά, και φορτίου, και επιβατών, σε μία πτήση υπάρχει η δυνατότητα να αυξηθούν τα κέρδη για μια αεροπορική προς τέτοιους προορισμούς. [31]

Για να επιτευχθεί η μεταφορά του φορτίου με ένα αεροσκάφος υπάρχουν κατασκευασμένα εμπορευματοκιβώτια(Containers)ⁱ, τα οποία σχεδιάζονται με τρόπο, ώστε να εκμεταλλεύονται όλο τον διαθέσιμο χώρο εντός ενός αεροσκάφους. Τέτοιοι τύποι εμπορευματοκιβωτίων υπάρχουν στην εικόνα 3.1 .

ⁱ Με τον ελληνικό όρο εμπορευματοκιβώτιο αποδίδεται ο διεθνής όρος κοντέινερ (container), που αφορά ειδική, κυρίως μεταλλική, κατασκευή, με χρήση της οποίας μεταφέρονται συσκευασμένα εμπορεύματα. Πρόκειται, δηλαδή, για μεγάλα μεταλλικά (σιδερένια ή αλουμινένια) κιβώτια, με τα οποία σήμερα έχει γενικευθεί ο τρόπος μεταφοράς των διαφόρων φορτίων, εκτός των χύδην, υγρών και αερίων.

ID-1
IATA ILD Code: AIC Container
Also known as: AIC, HIC, AAC, AII
Forklifts: AVY
Classification: ID-1
Rate Class: Type II
Suitable for: BT47, BT67, BT77, MD-11
Internal volume: 4.8 cu. m (168.5 cu. ft)
Maximum gross weight: 2588 kg (5600 lb)



ID-2
IATA ILD Code: APE Container
Also known as: APA, APP
Forklifts: APP
Classification: ID-2
Rate Class: Type II
Suitable for: BT67
Internal volume: 3.4 cu. m (120 cu. ft)
Maximum gross weight: 2255 kg (5000 lb)



ID-3
IATA ILD Code: AKE Container
Also known as: AKE, AKA, ABE, AIC, AII
Forklifts: AKE, AKE, AKA, ABE, AII
Classification: ID-3
Rate Class: Type II
Suitable for: A380, A310, A330, A340, BT47, BT67, BT77, MD-11, L1011
Internal volume: 4.9 cu. m (172 cu. ft)
Maximum gross weight: 1888 kg (4100 lb)



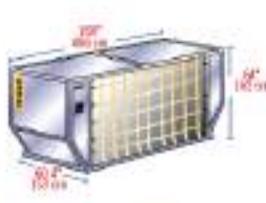
Insulated ID-3
IATA ILD Code: A90H
Classification: ID-3
Rate Class: Type II
Suitable for: A380, A310, A330, A340, BT47, BT67, BT77, DC-10, MD-11, L1011
Internal volume: 3.8 cu. m (139 cu. ft)
Maximum gross weight: 1588 kg (3500 lb)
Temperature control range: -20°C to +20°C



ID-4
IATA ILD Code: ALP Rectangular Container
Also known as: ALB, AVE, AWC, DLT
Forklifts: ABL, ALB, AWC, AVE
Classification: ID-4
Rate Class: Type II
Suitable for: BT67, BT77
Internal volume: 5.7 cu. m (201 cu. ft)
Maximum gross weight: 2188 kg (5000 lb)



ID-5
IATA ILD Code: ALF Container
Also known as: ANV, ANF
Forklifts: ANV
Classification: ID-5
Rate Class: Type IV
Suitable for: A380, A310, A330, A340, BT47, BT77, DC-10, MD-11, L1011
Internal volume: 6.9 cu. m (244 cu. ft)
Maximum gross weight: 3175 kg (7000 lb)



ID-7
IATA ILD Code: XMP PIP Fridge with Bed Angle Wings and set
Classification: ID-7
Rate Class: Type V
Suitable for: Wedge body Air aircraft
Maximum volume with everything: 14.8 cu. m (519 cu. ft)
Maximum gross weight: 5088 kg (11000 lb)



ID-8
IATA ILD Code: DSF
Also known as: AAE, AUE, DEE, DEI, DDF, DDP
Classification: ID-8
Rate Class: Type VI
Suitable for: BT67
Internal volume: 6.85 cu. m (242 cu. ft)
Maximum gross weight: 2300 kg (5400 lb)



ID-9
IATA ILD Code: AAF Enclosed Pallet or PIP have
Also known as: AAF, XAG, AAF
Classification: ID-9
Rate Class: Type I
Suitable for: A380, A310, A330, A340, BT47, BT67, DC-10, MD-11, L1011
Internal volume: 9.1 cu. m (321 cu. ft)
Maximum gross weight:
4624 kg (10241 lb) lower deck
9080 kg (20000 lb) main deck



ID-11
IATA ILD Code: ALP Rectangular Container
Also known as: ALD, AVE, AWC, AII
Forklifts: ALD, AVE, AWC, AII
Classification: ID-11
Rate Class: Type E
Suitable for: A380, A310, A330, A340, BT47, BT77, DC-10, MD-11, L1011
Internal volume: 7.2 cu. m (253 cu. ft)
Maximum gross weight: 2176 kg (5000 lb)



A-2
IATA ILD Code: DMH
Classification: A-2
Suitable for: BT47, BT47F, BCB, DC-10, A300F
Internal volume: 12.6 cu. m (444 cu. ft)
Maximum gross weight: 5013 kg (11000 lb)



Εικόνα 3.1 : Τύποι εμπορευματοκιβωτίων για αεροσκάφη // Πηγή : [87]

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 Συλλογή Δεδομένων

Για την έρευνα αρχικά μελετήσαμε της προβλέψεις για την εξέλιξη της αεροπορικής ζήτησης στον τομέα των αερομεταφορών από τις Airbus, Boeing, IATA, καθώς και στοιχεία για τις σημερινές ροές μεταξύ Ευρώπης και περιοχών. Για τις παραπάνω έρευνες συγκρίναμε τα δεδομένα και τις προβλέψεις που παρείχαν, με σκοπό να εξαχθούν συμπεράσματα για τις εξελίξεις στις μεταφορές, και συγκεκριμένα για τις ροές που παρουσιάζουν ενδιαφέρον.

Επιπλέον συλλέχθηκαν δεδομένα για την οικονομική κατάσταση στις χώρες που περιλαμβάνονται στις περιοχές ενδιαφέροντος. Καταλληλότερος οικονομικός δείκτης κρίθηκε το ΑΕΠ. Για τη συλλογή βραχυχρόνιων προβλέψεων του ΑΕΠ, ανά χώρα, επιλέχθηκε η εταιρία, «Trade Economics» [32]. Η ιστοσελίδα της παγκόσμιας τράπεζας (World data Bank) προσέφερε δεδομένα για την ιστορική εξέλιξη του πληθυσμού, του ΑΕΠ και του κατά κεφαλήν ΑΕΠ. [1]

Σε δεύτερο στάδιο, συγκεντρώσαμε δεδομένα για αεροδρόμια, αεροσκάφη και αεροπορικές εταιρίες, ώστε να διαθέτουμε βάσεις δεδομένων. Η ιστοσελίδα «anna.aero» [33] αποσκοπεί στην ενημέρωση γύρω από τις εξελίξεις στον τομέα των αερομεταφορών και στην ανάλυσή τους. Στα πλαίσια αυτά, παρέχει δωρεάν βάσεις δεδομένων για την επιβατική κίνηση σε πολλά αεροδρόμια ανά τον κόσμο. Οι βάσεις αυτές μας παρείχαν ικανοποιητικά στοιχεία αναφορικά με τα αεροδρόμια των Η.Π.Α, της Αυστραλίας και της Ευρώπης.

Σχετικά με τα δεδομένα τα οποία απουσίαζαν και κρίθηκαν χρήσιμα, η προσθήκη αυτών έγινε μέσω των δημοσιευμένων καταλόγων του «Ecole Nationale de l' Aviation Civile» (ENAC) για τα έτη 2014-2015 και 2013-2014, που ακόμα κι αν είναι παλαιότερης χρονολογίας, είναι χρήσιμα για την κατανόηση του μεγέθους ενός αεροδρομίου, τόσο στο θέμα των επιβατών, όσο και στο θέμα του αεροπορικού φορτίου. [34]

Επιπλέον συλλέχθηκαν βάσεις δεδομένων για τα χαρακτηριστικά των αεροδρομίων από την ιστοσελίδας «Our airports». [35] Αυτές περιείχαν δεδομένα, για τις γεωγραφικές συντεταγμένες, το υψόμετρο κ.α., για πάνω από 50 χιλιάδες αεροδρόμια παγκοσμίως, καθώς και για τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διαδρόμων, από τους οποίους αποτελείται κάθε αεροδρόμιο, για ένα μεγάλο αριθμό των παραπάνω αεροδρομίων.

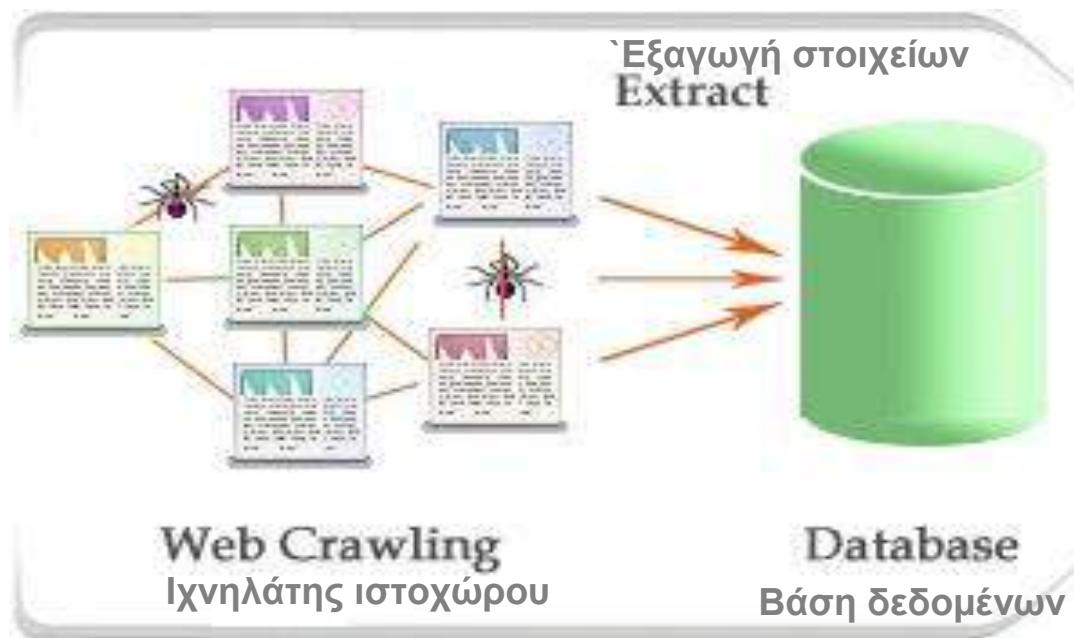
Ένα άλλο αντικείμενο, για το οποίο συλλέχθηκαν στοιχεία, ήταν τα αεροσκάφη. Δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων για τα χαρακτηριστικά των αεροσκαφών. Οι απαραίτητες πληροφορίες συγκεντρώθηκαν μέσω των δημοσιευμένων φυλλαδίων που

είναι διαθέσιμα στις ιστοσελίδες των εταιρών «Airbus» [73], «Boeing»[74], καθώς επίσης μέσω της ιστοσελίδας «airliners» [36] συμπληρώθηκαν τα στοιχεία για τους υπόλοιπους τύπους αεροσκαφών, ενώ χαρακτηριστικά, όπως το μήκος αναφοράς του αεροσκάφους, βρέθηκαν από τον «ICAO» [37].

Τέλος, στη παρούσα έρευνα, επικεντρώθηκε στη συλλογή δεδομένων μέσω εργαλείων ιχνηλάτησης του ιστοχώρου.

4.2 Ιχνηλάτες του ιστοχώρου - «Web Crawlers-Web scrapers»

Ένας ιχνηλάτης του ιστοχώρου («Web crawler») είναι ένα πρόγραμμα, το οποίο «φυλλομετρά» το διαδίκτυο με ένα αυτόματο και συστηματικό τρόποⁱ. Η διαδικασία αυτή αναφέρεται και ως crawling. Άλλοι συνώνυμοι όροι που χρησιμοποιούνται στη βιβλιογραφία είναι «bots», «Web spiders», «Web robots». Ο ιχνηλάτης αποτελεί βασικό στοιχείο των μηχανών αναζήτησης, και πολλών άλλων εφαρμογών του διαδικτύου, καθώς από αυτόν εξαρτάται η συγκέντρωση, επικαιροποίηση αλλά και η ποιότητα των δεδομένων. Επιπλέον οι ιχνηλάτες μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αυτόματη συντήρηση ενός ιστότοπου (Website), καθώς επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή συγκεκριμένου τύπου πληροφορίας από το διαδίκτυο, όπως για παράδειγμα την συλλογή ηλεκτρονικών διευθύνσεων (Η διαδικασία αυτή αναφέρεται ως «spamming», και Web crawler που την υλοποιεί ως spambot).



Εικόνα 4.1: Διαδικασία εξαγωγής στοιχείων ενός ιχνηλάτη ιστοχώρου (Web Crawling) // Πηγή : [38]

ⁱ Στο παρόν κείμενο θα χρησιμοποιείται ο όρος «Web crawler», όπως ορίστηκε στο κείμενο.

Υπάρχουν πολλοί διαθέσιμοι και ανοιχτού κώδικα «Web Crawlers», οι οποίοι δύνανται να χρησιμοποιηθούν για την ανάκτηση ολόκληρων ιστοσελίδων. Αυτοί συμβουλεύονται το αρχείο κειμένου με όνομα «robots.txt», το οποίο υπάρχει σε κάθε ιστοσελίδα και αναφέρει τα δικαιώματα που διατίθενται από το διαχειριστή της στους «Web Crawlers» για το περιεχόμενο που αυτοί θα ανακτήσουν. Αυτό εξασφαλίζει τη νομιμότητα της διαδικασίας, αφού ο διαχειριστής της κάθε ιστοσελίδας έχει “απαγορεύσει” το περιεχόμενο που δεν επιθυμεί να αποκομίσει ένας WebCrawler.

Το «Web Scraping» είναι η λειτουργία μιας εφαρμογής, η οποία επεξεργάζεται τον HTMLⁱ κώδικα μιας ήδη φορτωμένης ιστοσελίδας, με σκοπό την εξαγωγή των δεδομένων που αυτή διαθέτει, σε αρχεία μορφοποιημένα κατάλληλα για επεξεργασία (πχ. από HTML σε xml ή csv). Αποτελεί δηλαδή μια μορφή αντιγραφής κατά την οποία συγκεκριμένα δεδομένα από αυτά που διατίθενται σε μια ιστοσελίδα, συγκεντρώνονται και αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων ή σε αρχεία τύπου XLS. Οι εφαρμογές αυτές ονομάζονται «web Scrapers»ⁱⁱ. Υπάρχουν ήδη σχεδιασμένοι «web Scrapers» στο διαδίκτυο που χρησιμοποιούνται για τέτοιου είδους λειτουργίες.



Εικόνα 4.2 : Διαδικασία εξαγωγής δεδομένων – «Web Scraping» // Πηγή : [38]

Ενδεικτικά κάποιοι ήδη υλοποιημένοι διαθέσιμοι «Web Crawlers» στο διαδίκτυο είναι οι εξής:

1. [Heritrix](#)
2. [DataparkSearch](#)
3. [Scrapy](#)
4. [Nutch](#)

i Η HTML (αρχικοποίηση του αγγλικού Hyper Text Markup Language, ελλ. Γλώσσα Σήμανσης Υπερκειμένου) είναι η κύρια γλώσσα σήμανσης για τις ιστοσελίδες και τα στοιχεία της είναι τα βασικά δομικά στοιχεία των ιστοσελίδων.

ii Στο παρόν κείμενο θα χρησιμοποιείται ο όρος «Web Scraper», όπως ορίστηκε στο κείμενο.

Αντίστοιχα παρατίθενται και κάποιοι «Web Scrapers»:

1. [Import.io](#)
2. [Webhose.io](#)
3. [Dexi.io](#)
4. [Scrapinghub](#)

Οι διαφορές μεταξύ ενός «Web Scraper» και ενός «WebCrawler» είναι δυσδιάκριτες, καθώς οι δύο έννοιες είναι αλληλένδετες σε μεγάλο βαθμό. Σε τεχνικό επίπεδο, οτιδήποτε μπορεί να κάνει ένας «Crawler», μπορεί να επιτευχθεί και από έναν «Scraper», και το αντίστροφο. Ωστόσο οι «Scrapers», που στην περίπτωσή μας είναι ήδη υλοποιημένοι και υπάρχουν στο Διαδίκτυο, διαθέτουν ένα ουσιαστικό προβάδισμα, καθώς έχουν τη δυνατότητα να συλλέξουν κατ' επιλογή δεδομένα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά βούληση, χωρίς να επηρεάζονται από τους περιορισμούς που τίθενται από την ιστοσελίδα προς τους «Crawlers». Επίσης οι «Web Scrapers» πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή, καθώς οι ιστοσελίδες έχουν τη δυνατότητα να αντιλαμβάνονται, εάν η περιήγηση γίνεται από κάποιο χρήστη ή από εφαρμογές τέτοιου τύπου, και στη συνέχεια να ενεργοποιούν τους κατάλληλους μηχανισμούς άμυνας.

Τέλος, το σημαντικότερο θέμα, το οποίο θίγεται με τη χρήση των «Web Scrapers», είναι νομικής φύσεως. Τα δεδομένα, τα οποία ο χρήστης θέλει ίσως να αποκομίσει από την ιστοσελίδα, είναι πιθανό να έχουν προστατευόμενα δικαιώματα. Για παράδειγμα, κάποιες εταιρείες δεν επιθυμούν τη διακίνηση των τιμών εισιτηρίων τους σε εφαρμογές πέραν αυτών που χρησιμοποιούν για την πώληση εισιτηρίων. Ως εκ τούτου, οι ίδιες απειλούν πως θα κινηθούν νομικά απέναντι σε όσους προσπαθούν να εξαγάγουν δεδομένα μέσω της χρήσης «Web Scrapers» και «Web Crawlers». [38] [39][78]

Διαδικασία περισυλλογής δεδομένων από το διαδίκτυο

Πρωταρχικό σκοπό αποτέλεσε η εύρεση ενός αυτοματοποιημένου τρόπου συλλογής και αποθήκευσης τιμών αεροπορικών εισιτηρίων προς διάφορους προορισμούς. Η πολιτική των περισσότερων αεροπορικών εταιριών, αναφορικά με τη διάθεση των τιμών των εισιτηρίων μόνο σε εμπορικές ιστοσελίδες, καθώς και η απαγόρευση αυτών προς τους «Crawlers» να συλλέξουν τέτοιου είδους δεδομένα, μας οδήγησε στην απόρριψή τους.

Για τους παραπάνω λόγους προκρίναμε τη χρήση των «Web Scrapers». Οι δύο «Web Scrapers» που επιλέξαμε ήταν ο «[import.io](#)» και ο «[webscraper.io](#)». Η ιστοσελίδα «[skyscanner.net](#)» επιλέχθηκε για την εξαγωγή δεδομένων σχετικά με τις τιμές των εισιτηρίων.

- Αν και ακολουθήθηκε η σωστή διαδικασία, προκειμένου να εξάγουμε τα δεδομένα, παρουσιάστηκε σφάλμα κατά την εκτέλεση της εφαρμογής του [**«webscraper.io»**](#) (**Failed to load resource: net: :ERR_BLOCKED_BY_CLIENT** <https://www.skyscanner.net/sttc/tag-manager/google-adwords.cfbad02799.js>).
- Η λειτουργία του [**«import.io»**](#) αρχικά παρουσίασε ενθαρρυντικά αποτελέσματα, καθώς τα αρχεία «επέστρεφαν» αρκετά αναλυτικά και με σωστή μορφοποίηση. Ωστόσο με την πάροδο των ημερών και κατά την επανάληψη της διαδικασίας, είτε υπήρχαν σφάλματα, είτε η μορφοποίηση των αρχείων ήταν δύσκολη όσον αφορά την επεξεργασία τους. Παρ' όλα αυτά συνεχίστηκε η διαδικασία, και όσο δεν γινόταν υπερβολική χρήση του εργαλείου, τα αποτελέσματα ήταν τα επιθυμητά σε σημαντικό βαθμό. (Προσεγγιστικά να υπήρχε ένα σφάλμα ανά 30 διαδικασίες εξαγωγής που πραγματοποιούσε το εργαλείο)

Μια άλλη προσπάθεια πραγματοποιήθηκε μέσω της δημιουργίας μιας εφαρμογής για τη συλλογή δεδομένων από τον ιστότοπο [**«Google Flights»**](#), η οποία χρησιμοποιούσε τη βιβλιοθήκη [**«QPXExpress»**](#) της «Google», που με τη σειρά της τροφοδοτεί δεδομένα πτήσεων και εισιτηρίων σε εφαρμογές. Το πρόβλημα που εντοπίστηκε και σε αυτή την περίπτωση, αποτέλεσαν οι νομικοί όροι, κυρίως εταιρειών χαμηλού κόστους (π.χ. Ryan Air, EasyJet), οι οποίοι απαγορεύουν την ανάκτηση των τιμών των εισιτηρίων τους. Για το λόγο αυτό, η διαδικασία δημιουργίας της προαναφερθείσας εφαρμογής διακόπηκε.

Ένας συμπληρωματικός τρόπος, με σκοπό να μην υπάρχει πλήρη εξάρτηση από τα εργαλεία τύπου «Crawlers», για την παρακολούθηση της διακύμανσης των τιμών των εισιτηρίων βρέθηκε μέσω της εφαρμογής «παρακολούθηση τιμών» της ιστοσελίδας [**«Google flights»**](#). Εκεί υπάρχει η δυνατότητα να παρακολουθήσει κανείς και να συγκεντρώσει τα δεδομένα για την καθημερινή διακύμανση της τιμής του φθηνότερου εισιτηρίου, για τις ημερομηνίες και τη διαδρομή που τον ενδιαφέρει. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα επιλογής συγκεκριμένης αεροπορικής εταιρίας, καθώς επίσης και μέγιστου αριθμού στάσεων. Η συλλογή αυτών των δεδομένων μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της μεθόδου «αντιγραφής-επικόλλησης» από το διάγραμμα που μας δίνει η εφαρμογή σε ένα φύλο εργασίας τύπου XLS.

Οι «Web Scrapers», και συγκεκριμένα ο «import.io», χρησιμοποιήθηκε, εν τέλει, για τη συγκέντρωση δεδομένων για αεροπορικές συνδέσεις μεταξύ αεροδρομίων (π.χ. τιμή, ώρες), εξάγοντας τα δεδομένα από την ιστοσελίδα [**«skyscanner.com»**](#). Τα δεδομένα συλλέχθηκαν για 6 διαφορετικές τυχαίες ημερομηνίες μεταξύ 24 Ιουνίου και 15 Ιούλιου «τρέχοντας» καθημερινά τον «Crawler» στις 9 το βράδυ από τις 20 Ιουνίου και για 10 μέρες.

Ένα άλλο κομμάτι της έρευνας αποτέλεσε η εύρεση στοιχείων για το στόλο των αεροπορικών εταιριών. Για τη συλλογή αυτών των δεδομένων, οι «Web Scrapers» φάνηκαν χρήσιμοι, καθώς η συγκεντρωτική λίστα που βρέθηκε στην ιστοσελίδα [**«www.flightradar24.com»**](#), η οποία περιείχε για κάθε αεροπορική εταιρία το είδος των

αεροσκαφών που αυτή διαθέτει και τον αντίστοιχο αριθμό τους, θα απαιτούσε πάρα πολύ χρόνο για να αντιγραφεί με απλές μεθόδους, δεδομένου ότι με το πέρας της διαδικασίας προέκυψε ένα πίνακας της τάξης των τριών χιλιάδων (3000) εγγραφών. Ο «Web Scraper» που χρησιμοποιήθηκε ήταν ο «[webscraper.io](#)».

Οδηγός χρήσης για Web Scrapers



[Import.io](#)

1. Αντιγραφή URLⁱ της ιστοσελίδας από την οποία θέλουμε να εξάγουμε δεδομένα.
2. Στην ιστοσελίδα import.io → dashboard → new extractor → επικόλληση του URL → Go.
3. Στο Data εμφανίζονται τα δεδομένα που έχει εντοπίσει ο scrapper και η μορφοποίησή τους.
4. Στο website μπορούμε χειροκίνητα να επιλέξουμε επιπλέον δεδομένα (add column) ή να αφαιρέσουμε αυτά που δεν μας ενδιαφέρουν (delete column).
5. Μόλις ολοκληρώσουμε τη χειροκίνητη επεξεργασία → Done → Dashboard → Run URL → Download data(αρχεία τύπου JSON ή CSV).



[Webscraper.io](#)

1. Αντιγραφή URL της ιστοσελίδας από την οποία θέλουμε να εξάγουμε δεδομένα.
2. Λειτουργεί σαν επέκταση στον περιηγητή ιστού «Google Chrome» και εγκαθίσταται στο Developer tools (ctrl + shift + I) → web scraper.
3. Για εξαγωγή μιας ιστοσελίδας: Create new sitemap → Επικόλληση του URL.
4. Χειροκίνητη επιλογή στοιχείων που θέλουμε να εξάγουμε (add anew selector).
5. Αφού επιλεχθούν τα δεδομένα, επιλέγουμε sitemap → Scrape → Export data as CSV → Download now.

Οι βασικές διαφορές μεταξύ των δύο εφαρμογών είναι ότι (α) ο «[import.io](#)» μπορεί να γίνει πιο δύσκολα αντιληπτός από μια ιστοσελίδα, καθώς και ότι (β) έχει τη δυνατότητα να εξάγει δεδομένα χωρίς τη χειροκίνητη παρέμβαση του χρήστη. Αντίθετα, ο «[webscraper.io](#)» παρέχει τη δυνατότητα κάποια στοιχεία να χαρακτηριστούν ως σύνδεσμοι (link), και στη συνέχεια να λαμβάνει δεδομένα και από αυτούς, πέραν της αρχικής ιστοσελίδας(URL).

ⁱΟ όρος Uniform Resource Locator (συντμ. URL, ελλ. Ενιαίος Εντοπιστής Πόρων) δηλώνει μια διεύθυνση ενός πόρου του Παγκόσμιου Ιστού. Είναι παρόμοιο με το όνομα ενός αρχείου, αλλά κρατάει και επιπλέον πληροφορία σχετικά με το όνομα του εξυπηρετητή, καθώς και το είδος του πρωτόκόλλου που αυτός χρησιμοποιεί.

4.3 Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών - GIS

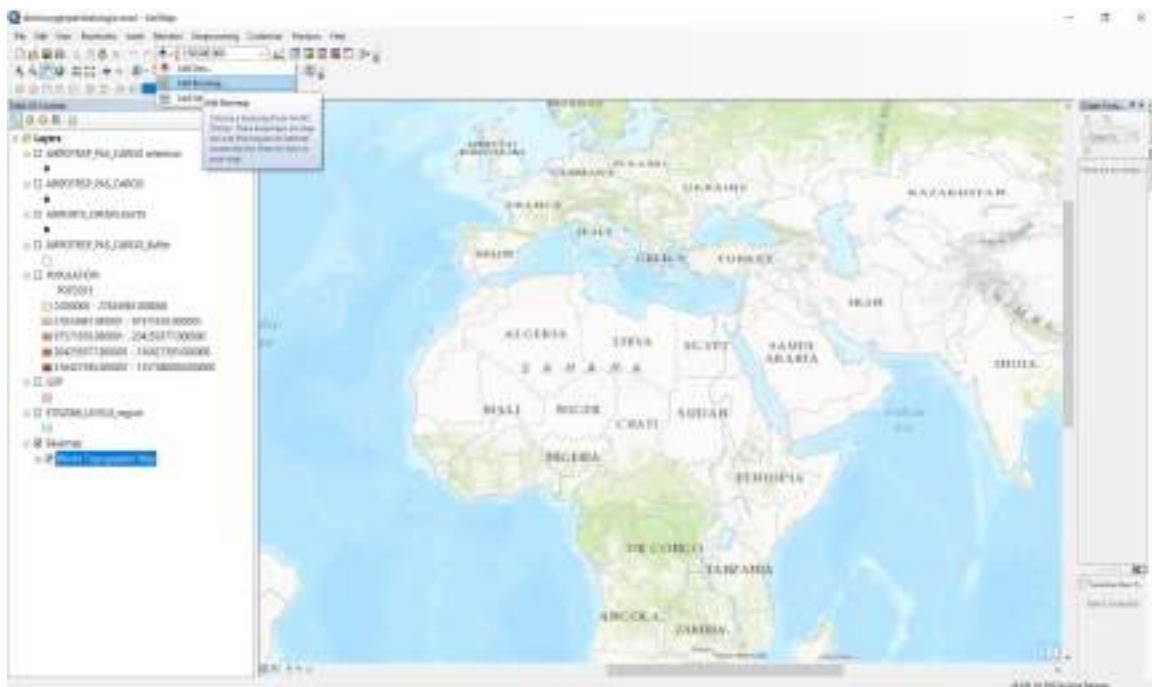
Το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), γνωστό ευρέως και ως «G.I.S.» Geographic Information Systems, είναι σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων. Στην πιο αυστηρή μορφή του είναι ένα ψηφιακό σύστημα, ικανό να ενσωματώσει, αποθηκεύσει, προσαρμόσει, αναλύσει και παρουσιάσει γεωγραφικά συσχετισμένες (geographically - referenced) πληροφορίες. Σε πιο γενική μορφή, ένα ΣΓΠ είναι ένα εργαλείο "έξυπνου χάρτη", το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν διαδραστικά ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα (αναζητήσεις δημιουργημένες από το χρήστη), να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα (spatial data), να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, διαδραστικοί χάρτες στο Διαδίκτυο).

Η γεωγραφική διάσταση των δεδομένων σημαίνει ότι κάθε οντότητα δεδομένων σχετίζεται με συντεταγμένες στον τρισδιάστατο χώρο και αναφέρονται σε μια τοποθεσία στην επιφάνεια της γης. Ο χώρος, τον οποίο αντιπροσωπεύουν τα δεδομένα, μπορεί να είναι ένα σημείο, μια γραμμή ή μια περιοχή. Τα δεδομένα αυτά ονομάζονται διανυσματικά (vector) και είναι οργανωμένα σε θεματικά επίπεδα. Μια άλλη μορφή δεδομένων αποτελούν αυτά σε πλέγμα (raster), τα οποία ωστόσο δεν είναι τόσο ακριβή.

Τα συστήματα «GIS», όπως και τα συστήματα «CAD», αποτυπώνουν χωρικά δεδομένα σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό ή καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Βασικό χαρακτηριστικό των ΣΓΠ είναι ότι τα χωρικά δεδομένα συνδέονται και με περιγραφικά δεδομένα, π.χ. μια ομάδα σημείων που αναπαριστούν θέσεις πόλεων συνδέεται με ένα πίνακα όπου κάθε εγγραφή, εκτός από τη θέση, περιέχει πληροφορίες όπως ονομασία, πληθυσμός κ.α. [79] [80]

Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε το GIS για τη δημιουργία ενός χάρτη θεματικών επιπέδων, προκειμένου να αποτυπωθούν τα δεδομένα. Για να διαμορφωθεί το κατάλληλο περιβάλλον(χάρτης), ώστε να είναι εφικτή η εργασία σε αυτό, τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν, εισήχθησαν μέσω της εφαρμογής «ArcMap» του λογισμικού «ArcGis».

Για τη δημιουργία αυτού του χάρτη, αρχικά σε ένα κενό φύλλο εργασίας, από τη γραμμή εργαλείων «Standar» με την εντολή «Add Basemap» εισήχθη ως θεματικό επίπεδο, το υπόβαθρο «Topographic». Ο χάρτης αυτός περιλαμβάνει διοικητικά όρια, πόλεις, χαρακτηριστικά νερού, φυσιογραφικά χαρακτηριστικά, πάρκα, ορόσημα, αυτοκινητόδρομους, δρόμους, σιδηρόδρομους και αεροδρόμια, που καλύπτονται από κάλυψη εδάφους και σκιασμένες εικόνες ανακούφισης για πρόσθετο πλαίσιο.



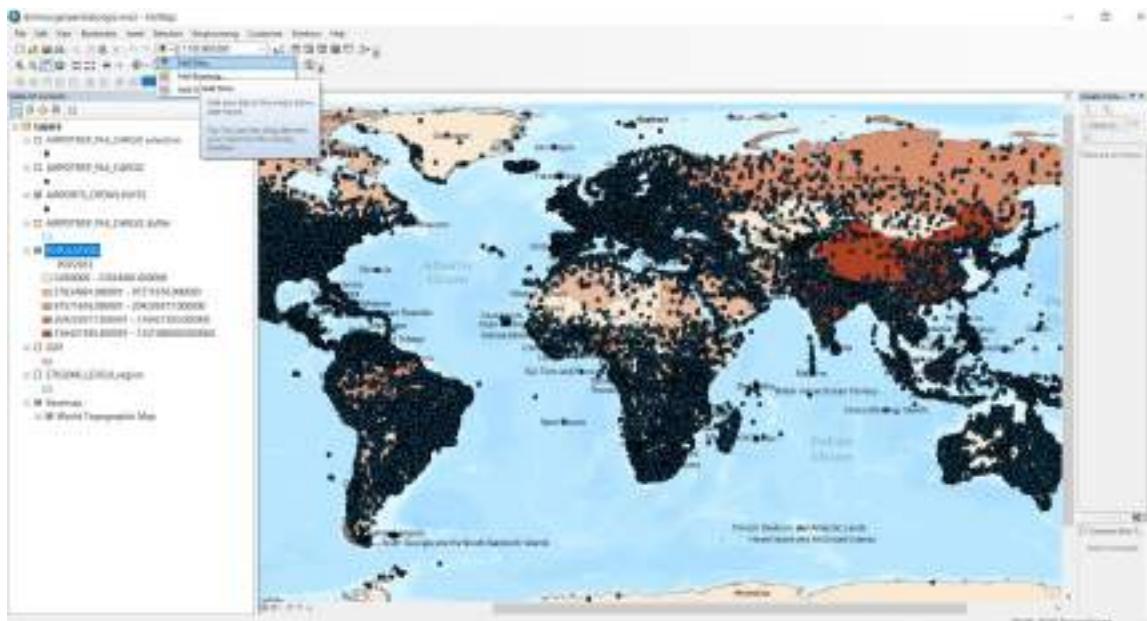
Εικόνα 4.3 : Εισαγωγή θεματικού επιπέδου

Μετέπειτα και αφού συνδέθηκε η εφαρμογή με τον φάκελο όπου συγκεντρώνονταν τα απαιτούμενα θεματικά επίπεδα, προστέθηκε το «ETIS2016_LEVEL0_region», το οποίο απεικονίζει τη γεωγραφική έκταση των χωρών με την αντίστοιχη κωδική ονομασία, για την κάθε μία. Πάνω σε αυτό προστέθηκαν με την λειτουργία Join τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν για τους πληθυσμούς, το ΑΕΠ κ.α για την κάθε χώρα. Με αυτόν τον τρόπο, υπάρχει η δυνατότητα ανά πάσα στιγμή να προβάλουμε και να συγκρίνουμε τις χώρες με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά τους. Αυτό είναι εφικτό κάνοντας δεξί «κλίκ» στο «Layer» και ανοίγοντας την καρτέλα «Symbology» στο πεδίο «Properties».



Εικόνα 4.4 : Διαβαθμισμένη προβολή χαρακτηριστικών

Στο επόμενο βήμα εισήχθησαν τα αεροδρόμια σε παγκόσμιο επίπεδο με τα χαρακτηριστικά τους μέσω της εντολής Add XY Data και δημιουργήθηκε το αντίστοιχο Layer. Για αυτά τα αεροδρόμια, λόγω του γεγονότος ότι δεν βρέθηκαν δεδομένα για τις επιβατικές τους κινήσεις για όλα, και με σκοπό να περιοριστεί ο όγκος τους με την εντολή «Join», όταν προστέθηκαν τα δεδομένα, επιλέχθηκε να δημιουργηθεί νέο Layer μόνο με τα αεροδρόμια για τα οποία ήταν κοινά και στις δύο λίστες.



Εικόνα 4.5 : Αεροδρόμια ανά των κόσμο(1)



Εικόνα 4.5 : Αεροδρόμια ανά των κόσμου(2)

Αφού δημιουργήθηκε το κατάλληλο περιβάλλον στην εφαρμογή «ArcMap» αναζητήθηκαν τα επιπλέον εργαλεία, ώστε να βασιστεί η έρευνα για την ανάλυση των δεδομένων. Για γίνει εφικτό να απομονώθούν τα αεροδρόμια και οι χώρες με τα ζητούμενα χαρακτηριστικά, χρησιμοποιήσαμε τα ερωτήματα «Queries» που παρέχει το συγκεκριμένο πρόγραμμα. Αυτά υπάρχουν στην καρτέλα «Select By Attribute» και παρέχουν τη δυνατότητα να αναλύσουμε και να απομονώσουμε τα αεροδρόμια, στη συγκεκριμένη περίπτωση, με βάση τα χαρακτηριστικά τους. Για παράδειγμα, να βρεθούν τα αεροδρόμια που έχουν πάνω από ένα εκατομμύριο επιβάτες. Προφανώς τέτοια ερωτήματα χρησιμοποιούνται και συνδυαστικά με τις αντίστοιχες εντολές (π.χ. AND, OR). Η διαδικασία μπορεί να γίνει και μέσω της καρτέλας «Definition Query» στο «Layer Properties».



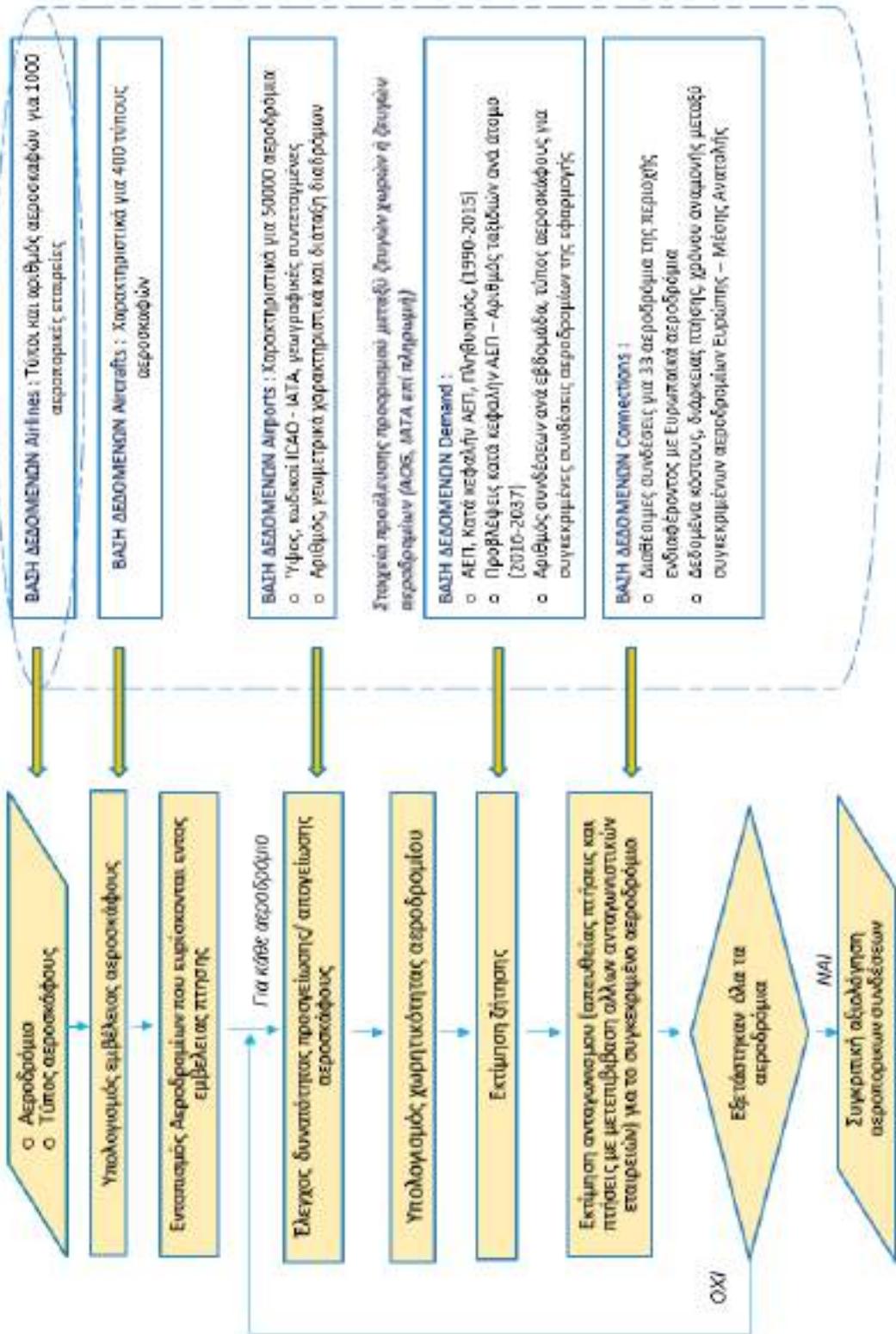
Εικόνα 4.6 :Επεξεργασία δεδομένων
80



Εικόνα 4.6 :Εμβέλεια αεροσκάφους

Αφού λοιπόν, επιλέχθηκαν τα αεροδρόμια, μεταξύ των οποίων θα εξεταστεί η σύνδεσή τους, το ερώτημα που τίθεται είναι αν είναι εφικτή η σύνδεση τους. Για να συνδεθούν τα αεροδρόμια πρέπει το αεροσκάφος να έχει την απαραίτητη ακτίνα πτήσης. Αφού συγκεντρώθηκαν τα στοιχεία για τις αεροπορικές και τα αεροσκάφη τους, όπως αναφέρθηκε μέσω του εργαλείου «Buffer» που βρίσκεται στο «Catalog->Toolboxes ->System Toolboxes ->Analysis Tools ->Proximity» της εφαρμογής «ArcMap», είναι εφικτό να σχεδιαστεί η ακτίνα του αεροσκάφους με αφετηρία ένα αεροδρόμιο και να βρεθούν τα αεροδρόμια που έχει τη δυνατότητα να προσεγγίσει. Τα αεροδρόμια αυτά πρέπει να μελετηθούν και για τη δυνατότητα χρήσης των υποδομών τους από το συγκεκριμένο αεροσκάφος. Κάτι που μπορεί να γίνει για το πλάτος και το μήκος των διαδρόμων μέσω της καρτέλας «Select by attribute», συγκρίνοντας με τα απαιτούμενα για το αεροσκάφος. Το μήκος των διαδρόμων μειώθηκε για το υψόμετρο του αεροδρομίου, για τη θερμοκρασία και την κλίση του διαδρόμου. Ο υπολογισμός αυτός έγινε εξωτερικά από το GIS σε φύλλα εργασίας τύπου «XLS» και για τα αεροδρόμια που επιλέχθηκαν. Αφού εξήχθησαν από την εφαρμογή «ArcMap», και στη συνέχεια εισήχθησαν με την εντολή «Add XY Data» και ολοκληρώθηκε η διαδικασία, έχοντας πια τα βασικά μήκη των διαδρόμων.

Τέλος, χρησιμοποιήσαμε το εργαλείο «XY to Line», με σκοπό να προβληθούν στο χάρτη, και να αξιολογηθούν οι υπάρχουσες συνδέσεις μεταξύ αεροδρομίων που απασχολούν την παρούσα έρευνα.



Διάγραμμα 4.1 : Διάγραμμα ροής μεθοδολογικού πλαισίου

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Για την υλοποίηση της παραπάνω μεθοδολογίας επιλέχτηκε ως επίκεντρο η Ελλάδα, με προέκταση τα ελληνικά αεροδρόμια και τις ελληνικές αεροπορικές εταιρίες. Η διερεύνηση για νέες συνδέσεις θα πραγματοποιηθεί μεταξύ της Ελλάδας και άλλων χωρών και όχι εντός αυτής.

Στη αρχή θα δημιουργηθεί ένας κατάλληλος πίνακας με βάση ο οποίο θα χρησιμοποιηθεί κατά το πέρας της εφαρμογής. Μετά θα εφαρμοστεί η μεθοδολογίας μας για το θέμα υπό διερεύνηση. Δηλαδή θα γίνει έλεγχος της δυνατότητας της Ελλάδας να αναπτύξει νέες συνδέσεις προς την περιοχή ενδιαφέροντος. Θα αναλυθεί, επίσης, το θέμα της ζήτησης των αερομεταφορών προς την περιοχή. Σε δεύτερο στάδιο θα γίνει εκτίμηση και αντίστοιχη αξιολόγηση του ανταγωνισμού σύμφωνα με την μεθοδολογία. Τέλος θα γίνει συγκριτική αξιολόγηση των αεροπορικών συνδέσεων.

5.1 Δημιουργία πίνακα εκτιμήσεων της ετήσιας χωρητικότητας

Με την πάροδο των χρόνων, έχουν υπάρξει εξελίξεις γύρω από τη χωρητικότητα των αεροδρομίων. Για αυτό το λόγο, η χρήση απευθείας της πρακτικής ετήσιας χωρητικότητας με βάση τον πίνακα 4.1 θεωρείται ξεπερασμένη. Για να υπάρχει όμως η δυνατότητα μιας προκαταρκτικής αξιολόγησης ενός αεροδρομίου, με την παραδοχή ότι η χωρητικότητα εξαρτάται από τη διάταξη διαδρόμων, δημιουργήθηκε ένας εκσυγχρονισμένος πίνακας βασισμένος στους προϋπάρχοντες πίνακες και σε σύγχρονες μελέτες για αυτό το θέμα.

Θα αναθεωρηθεί ο Πίνακας 4.1, τόσο ως προς τον αριθμό των μετακινήσεων που έχει τη δυνατότητα κάθε διάταξη να αναλάβει, όσο και ως προς τις αποστάσεις που πρέπει να έχουν οι διάδρομοι μεταξύ τους για κάθε διάταξη. Είναι λογικό ότι τα μεγέθη που θα προκύψουν αποτελούν προκαταρκτικές (χονδρικές) εκτιμήσεις της ετήσιας χωρητικότητας.

Εκτίμηση μέσης ετήσιας χωρητικότητας

Για αρχή, θα υπολογιστεί ο μέσος όρος (έστω X) της πρακτικής ωριαίας χωρητικότητας, για όλους τους τύπους μίξεως και για κάθε διάταξη διαδρόμων του πίνακα 4.1. Θα θεωρήσουμε ότι επικρατούν μόνο συνθήκες IRF, καθώς είναι κυρίαρχες σε όλα τα μεγάλα αεροδρόμια εκτός των Η.Π.Α.. Μέσω αυτών των μέσων όρων θα εκτιμηθεί η μέγιστη χωρητικότητα για κάθε διάταξη, δεδομένου ότι η πρακτική ωριαία χωρητικότητα κυμαίνεται από 80% έως 90% αυτής.

Αφού θα έχουν υπολογιστεί οι μέγιστες ωριαίες χωρητικότητες, θα προσαυξηθούν κατά 5%, λόγω των νέων συνθηκών διαχωρισμού μεταξύ αεροσκαφών που αναφέρθηκαν παραπάνω. Τέλος, για την ετήσια χωρητικότητα θα πολλαπλασιάσουμε

της νέες αυτές τιμές με τις συνολικές ώρες του χρόνου (8760), καθώς και με τον συντελεστή Κ (0,5 έως 0,6), ώστε να προκύψει η τελική εκτίμησή μας για την ετήσια χωρητικότητα για κάθε διάταξη διαδρόμων.

Παραδείγματος χάριν, για την διάταξη διαδρόμων Σχήματος Β, του πίνακα 4.1, έχουμε : $X = (64+63+55+54)/4 = 59$ μετακινήσεις την ώρα. Η μέγιστη χωρητικότητα είναι : $\mu = 59/0,9 \sim 59/0,8 = 65,5 \sim 73,3$. Με προσαύξηση %5 προκύπτει : $\mu = 69 \sim 77$. Οπότε για την ετήσια χωρητικότητα της συγκεκριμένης διάταξης : $E = 303.000 \sim 405.00$ και μέση τιμή 352.000 μετακινήσεις ανά έτος.

Παρατηρείται ότι, ο μέσος όρος της πρακτικής ετήσιας χωρητικότητας για τη διάταξη διαδρόμων Σχήματος Β, είναι 322.000, η οποία είναι κατά 30.000 μετακινήσεις μικρότερη από τη μέση τιμή της χωρητικότητας που υπολογίστηκε, περιλαμβάνεται μέσα στα όρια και είναι κατά 73.000 μετακινήσεις μικρότερη από το άνω όριο. Οι διαφορές αυτές είναι αναμενόμενες, καθώς όπως αναφέρθηκε, τα τελευταία 30 χρόνια έχουν υπάρξει πολλές εξελίξεις. Για τον σκοπό της έρευνάς μας θα χρησιμοποιήσουμε το άνω όριο, καθώς ακόμα και για αυτό γνωρίζουμε ότι μπορεί να ξεπεραστεί στην πραγματικότητα. Η χρήση θα γίνεται πάντα με επιφύλαξη, διότι για να έχουμε την πραγματική εικόνα της χωρητικότητας ενός αεροδρομίου απαιτείται ειδική ανάλυση, μέσω μαθηματικών μοντέλων.

Τέλος, όσον αφορά τις αποστάσεις μεταξύ παράλληλων διαδρόμων, σύμφωνα με τις νέες εκτιμήσεις που παρουσιάστηκαν, είναι εύλογο να τεθεί όριο για δύο παράλληλους διαδρόμους μέχρι επτακόσια εξήντα (760) μέτρα για εξαρτημένες κινήσεις, και από χίλια ενενήντα επτά (1097) και πάνω για τελείως ανεξάρτητες κινήσεις. Οι αντίστοιχες τιμές του πίνακα 4.1 ήταν στα χίλια πενήντα (1050) και χίλια πεντακόσια (1500) μέτρα. Όταν πρόκειται για τρεις διαδρόμους παράλληλους, η απόσταση που πρέπει να έχουν μεταξύ τους θεωρείται στα χίλια τριακόσια πενήντα (1350) μέτρα από χίλια πεντακόσια (1500) προηγουμένως, ώστε να είναι οι κινήσεις ανεξάρτητες. Με βάση αυτά, διαμορφώνονται αντίστοιχα και οι αποστάσεις στις υπόλοιπες διατάξεις του πίνακα. Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ο πίνακας 4.6, όπου για κάθε διάταξη διαδρόμων του πίνακα 4.1 υπολογίζονται οι νέες μέγιστες ωριαίες και ετήσιες χωρητικότητες, καθώς και η αύξηση σε σχέση με τη μέση τιμή της πρακτικής ετήσιας χωρητικότητας (PANCAP).

Συμπεράσματα

Οι τιμές του πίνακα για την αναθεωρημένη μέση ετήσια χωρητικότητα για κάθε διάταξη, είναι αρκετά μεγαλύτερες σε σχέση με τις μέσες της πρακτικής ετήσιας χωρητικότητας (PANCAP) του πίνακα 4.1 από το βιβλίο «ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ , Κ.Γ. ΑΜΠΑΚΟΥΜΚΙΝ». Παρατηρούμε ότι η αύξησή της φτάνει μέχρι και το 65 %, κάτι βέβαια που δεν μας προβληματίζει, καθώς, όπως αναφέρθηκε, ήδη από το 2000 κάποια αεροδρόμια των ΗΠΑ περνούσαν της ετήσιες προβλέψεις για τη χωρητικότητα σε παρόμοια επίπεδα.

Έχουμε αύξηση της τάξης του 35% κατά μέσο όρο για όλες τις παραπάνω διατάξεις. Με τον παρακάτω πίνακα θεωρούμε ότι η προκαταρκτική εκτίμηση για την ετήσια χωρητικότητα ενός αεροδρομίου έχει καταλληλότερη ανταπόκριση στα σημερινά δεδομένα. Βασικό ζήτημα για την παρούσα έρευνα μέσω του παραπάνω πίνακα είναι να μην υποτιμηθούν οι δυνατότητες για μετακινήσεις, που έχουν ή θα μπορούσαν να φτάσουν χωρίς την κατασκευή ενός νέου διαδρόμου, τα αεροδρόμια που θα μελετηθούν. Προφανώς για να υπάρχει ακριβής εκτίμηση για τις πραγματικές μετακινήσεις που έχει τη δυνατότητα να εξυπηρετήσει ένα αεροδρόμιο ετησίως, εξακολουθεί να απαιτείται αναλυτική μελέτη, μέσω μαθηματικών μοντέλων, με βάση μεγάλο όγκο δεδομένων.

Παράλληλοι διάδρομοι	Διάταξη Διαδρόμων		IRF		Ετήσια χωρητικότητα (από έως)	Μέση Ετήσια Χωρητικότητα	Μέση Πρακτική Ετήσια Χωρητικότητα (Κ.Γ.Αμπακούμκιν)	Αύξηση (%)
	Σχήμα	Περιγραφή	Μέγιστη ωριαία χωρητικότητα (από - έως)					
A	Μονός Διάδρομος	56	63	244000	333000	288000	190000	52%
B	Εξαρτημένες κινήσεις 760 μ <	69	77	301000	407000	354000	322500	10%
C	Ανεξάρτητες κινήσεις IRF αλλά παράλληλες προσγειώσεις/απογειώσεις 760 μ - 1097	91	102	397000	536000	466000	375000	24%
D	Ανεξάρτητες κινήσεις IRF 1097 μ >	111	125	488000	658000	573000	380000	51%
E1	Τρείς διάδρομοι με ανεξάρτητες κινήσεις 1350 μ > 1350 μ >	167	188	732000	988000	860000	570000	51%
E2	Δύο διάδρομοι με ανεξάρτητες κινήσεις και ένας σε μικρή απόσταση 1350 μ >	125	140	545000	736000	640000	512500	25%
F	Δύο διάδρομοι με ανεξάρτητες κινήσεις και ένας ταυτόχρονων απογειώσεων 1350 μ > 760 μ - 1097	172	193	751000	1010000	880500	581250	51%
G	Δύο διάδρομοι με ανεξάρτητες κινήσεις και δύο αποκλίνοντες διάδρομοι σε μικρή απόσταση 1350 μ >	172	193	750000	1000000	875000	581250	51%
H	Δύο διάδρομοι με ανεξάρτητες κινήσεις και ακόμη δύο παράλληλοι σε μικρή απόσταση 1350 μ >	138	155	600000	815000	707000	645000	10%

Πίνακας 5.6 : Αναθεωρημένες ετήσιες και μέγιστες ωριαίες χωρητικότητες

Διαγώνιοι Διάδρομοι	J 	Διάταξη σχήματος V με ανεξάρτητες κινήσεις	90	101	393000	531000	462000	346250	33%
	K1 	Διάταξη σχήματος V με εξαρτημένες κινήσεις, (->) κατεύθυνση	77	87	337000	454000	395000	337500	17%
	K2 	Διάταξη σχήματος V με εξαρτημένες κινήσεις, (<->) κατεύθυνση	62	70	272000	367000	319000	217500	47%
	L1 	Τεμνόμενοι διάδρομοι, τομή κοντά στα κατώφλια, (->) κατεύθυνση κινήσεων	77	87	337000	455000	396000	303750	30%
	L2 	Τεμνόμενοι διάδρομοι, τομή στη μέση, (->) κατεύθυνση κινήσεων	64	73	282000	381000	331500	200000	66%
	L3 	Τεμνόμενοι διάδρομοι, τομή μακριά από τα κατώφλια, (->) κατεύθυνση κινήσεων	57	65	252000	340000	296000	193750	53%
	M 	Τρείς τεμνόμενοι διάδρομοι	77	87	337000	455000	396000	303750	30%
Πολύπλοκες διατάξεις	N1 	Παράλληλοι και τεμνόμενοι, σημείο τομής τα άκρα	133	149	581000	785000	683000	493750	38%
	N2 	Παράλληλοι και τεμνόμενοι	120	135	526000	710000	618000	402500	54%
	O1 	"Z" διάταξη, παράλληλοι διάδρομοι τεμνόμενοι από	100	112	437000	590000	513000	412500	24%
	O2 	Z διάταξη διαδρόμων τεμνόμενοι από τρίτο	100	112	437000	590000	513000	412500	24%
	R1 	Z διάταξη, παράλληλοι διάδρομοι τεμνόμενοι από	122	137	534000	721000	627000	418750	50%
	R2 	Z διάταξη διαδρόμων τεμνόμενοι από τρίτο	122	137	534000	721000	627000	418750	50%

Πίνακας 5.6 (συνέχεια) : Αναθεωρημένες ετήσιες και μέγιστες ωριαίες χωρητικότητες

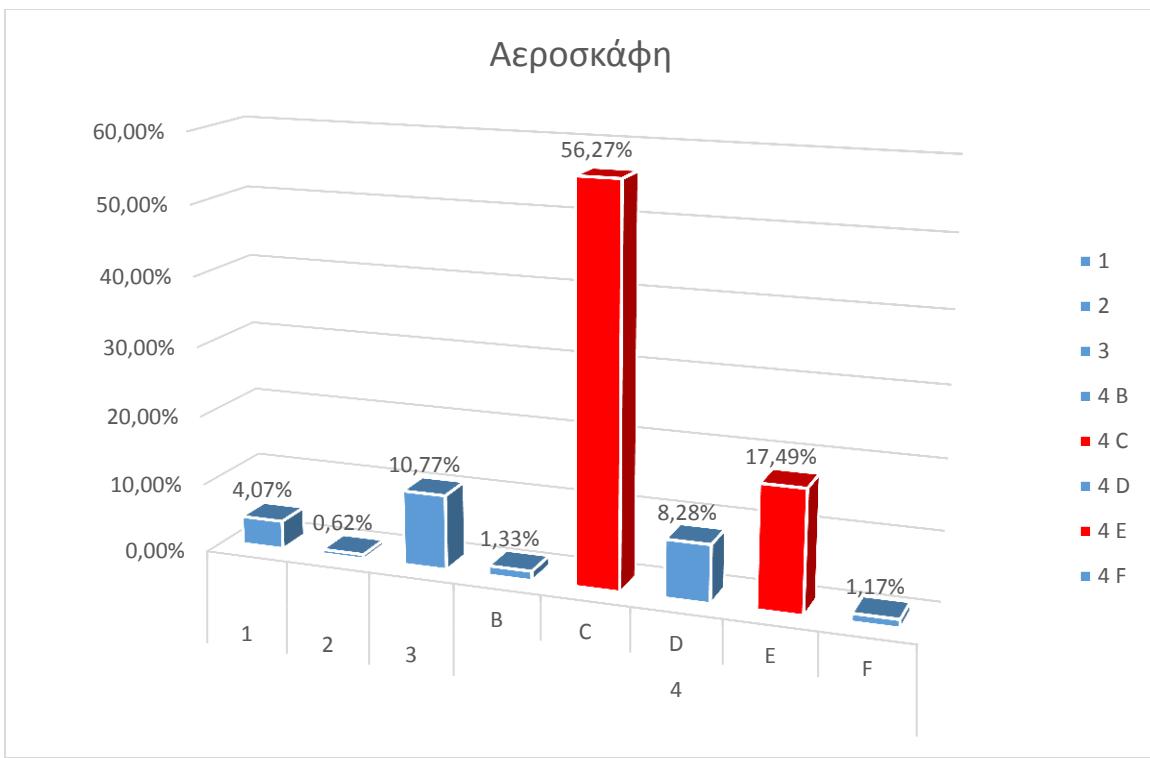
5.2 Έλεγχος δυνατότητας ανάπτυξης αεροπορικών συνδέσεων

Αεροδρόμια στη περιοχή

Τα αεροσκάφη και τα αεροδρόμια, όπως είδαμε ομαδοποιούνται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους, ώστε να γίνεται εύκολα αντιληπτή η δυνατότητα ενός αεροσκάφους να χρησιμοποιήσει ένα αεροδρόμιο. Από τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν, για τους στόλους των αεροπορικών εταιριών μέσω του εργαλείου «webscraper.io» σε παγκόσμια κλίμακα, παρατηρείται, όπως φαίνεται στο διάγραμμα και τον αντίστοιχο πίνακα, ότι η κυρίαρχη κατηγορία είναι η 4C, με την κατηγορία 4E να ακολουθεί με αρκετά μικρότερο μερίδιο. Για κάθε μια κατηγορία έχει προκύψει η ακτίνα, σε συνθήκες όπου το αεροσκάφος έχει βάρος μόνο από τους επιβάτες και τις αποσκευές τους, καθώς και η τυπική χωρητικότητα που μας δείχνει τη μέση τιμή του τυπικού αριθμού επιβατών που μπορεί να μεταφέρει ένα αεροσκάφος.

Για τους παραπάνω λόγους, θα επιλέξουμε αεροδρόμια τα οποία μπορούν να εξυπηρετήσουν τουλάχιστον αεροσκάφη κατηγορίας 4E. Για αυτό επιλέχθηκε το μήκος των διαδρόμων τους να είναι, αρχικά, πάνω από 1800 μέτρα και το πλάτος μεγαλύτερο από 30 μέτρα. Προφανώς, όσον αφορά το μήκος του διαδρόμου, πρέπει να γίνει αναλυτικός υπολογισμός για κάθε αεροδρόμιο ανάλογα με το υψόμετρό του, το διαθέσιμο μήκος του διαδρόμου και το βασικό μήκος αναφοράς του αεροσκάφους, για να αποφανθεί αν είναι κατάλληλο για χρήση ένα αεροσκάφος. Ο υπολογισμός αυτός θα πραγματοποιηθεί παρακάτω, όταν και θα προκύψουν συγκεκριμένοι συνδυασμοί αεροσκάφους - αεροδρομίου. Γενικά, θα γίνει η παραδοχή για όλη την έκταση της έρευνας, ότι ένα αεροδρόμιο εκφράζεται εξ' ολοκλήρου από το σύστημα διαδρόμων του, τόσο ως προς την αξιολόγηση χρήσης του από ένα αεροσκάφος, όσο και ως προς τη χωρητικότητα του.

Ένα άλλο κριτήριο, ως προς την επιλογή των αεροδρομίων, είναι τα αεροδρόμια να εξυπηρετούν διεθνείς πτήσεις (International airports), καθώς οι εγχώριες αεροπορικές μετακινήσεις μέσα σε αυτές τις χώρες και το πώς διαμορφώνονται, δεν εμπεριέχονται στο πεδίο ενδιαφέροντος της παρούσας έρευνας. Με τα παραπάνω κριτήρια, απομονώθηκαν 33 αεροδρόμια στην περιοχή ενδιαφέροντος, ώστε να μελετηθούν εκτενέστερα. Τα αεροδρόμια αυτά μαζί με κάποια βασικά στοιχεία τους παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα. Επιπλέον τέθηκε ως προϋπόθεση, τα αεροδρόμια να έχουν επιβατική κίνηση μεγαλύτερη του ενός εκατομμυρίου, και προφανώς να ανήκουν στις χώρες που αναφέρθηκαν. Με αυτά τα κριτήρια μέσω των εργαλείων του GIS (select features by attributes) απομονώθηκαν τα αεροδρόμια, με σκοπό περαιτέρω ανάλυση. Τέλος, εξήχθη ο πίνακας με τα δεδομένα τους σε φύλλο «XLS» και υπολογίστηκε το βασικό μήκος αναφοράς για τον μεγαλύτερο από τους διαδρόμους του κάθε αεροδρομίου.



Διάγραμμα 5.5 : Ποσοστά αεροσκαφών ανά κατηγορία παγκοσμίως

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ICAO	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ	Ακτίνα (χιλιόμετρα) (με επιβάτες και αποσκευές)	Τυπική χωρητικότητα (επιβάτες)
1	4,07%	1889	23
2	0,62%	2013	56
3	10,77%	3378	95
4B	1,33%	2897	50
4C	56,27%	4004	159
4D	8,28%	6927	268
4E	17,49%	11073	361
4F	1,17%	8200	544

Πίνακας 5.7 : Ποσοστά και χαρακτηριστικά αεροσκαφών ανά κατηγορία

Αυτά τα αεροδρόμια, λοιπόν παρατίθενται στο πίνακα 5.7.1, όπου αναφέρεται το όνομα του αεροδρομίου, η χώρα που ανήκει το αεροδρόμιο, ο κωδικός του, σύμφωνα με τον ICAO και την IATA αντίστοιχα. Επίσης παρουσιάζεται ο αριθμός των επιβατών που εξυπηρέτησε το αεροδρόμιο, καθώς και το έτος για το οποίο έγινε αυτή η

καταγραφή (λόγω της δυσκολίας εύρεσης δεδομένων για αυτά τα αεροδρόμια, κάποια στοιχεία αναφέρονται σε παλαιότερες χρονολογίες). Επιπροσθέτως, παρατίθενται τα στοιχεία για το συνολικό φορτίο που μετακινήθηκε μέσω των συγκεκριμένων αεροδρομίων για το έτος 2014, για τα χαρακτηριστικά του συστήματος διαδρόμων τους, το υψόμετρό τους κ.α..

Στον πίνακα 5.7.3, έχουμε τον συνολικό αριθμό των αεροσκαφών που μετακινήθηκαν στο κάθε αεροδρόμιο για το πιο πρόσφατο έτος όπου υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα. Επιπλέον μετά από προσεκτική παρατήρηση μέσω δορυφορικού χάρτη (Google maps), καθορίστηκε η διάταξη των διαδρόμων για κάθε αεροδρόμιο και η μέση εκτιμώμενη δυνατή χωρητικότητά του, μέσω του πίνακα 5.6 που παρουσιάστηκε στην παράγραφο 5.4. .

Για να γίνει εύκολα αντιληπτό ποια αεροδρόμια λειτουργούν κοντά στο όριο των δυνατοτήτων τους και ποια θα είχαν την προοπτική να αυξήσουν τον όγκο των μετακινήσεων σε μεγάλο βαθμό, υπολογίστηκε ένα δείκτης για αυτό τον σκοπό. Ορίστηκε, λοιπόν, ο βαθμός χρησιμοποίησης διαδρόμου, ως ο λόγος των πραγματικών ετήσιων μετακινήσεων του αεροδρομίου προς την εκτιμώμενη χωρητικότητα της διάταξης διαδρόμων του κάθε αεροδρομίου.

Αεροδρόμιο	Χώρα	Κωδικός ICAO	Κωδικός IATA	Υψόμετρο (μέτρα)	Αριθμός διαδρόμων	Διάταξη διαδρόμων
AbuDhabi	HAE	OMAA	AUH	26.8224	2	D / Παράλληλοι (20000 m)
Alamalqbal	Πακιστάν	OPLA	LHE	217.0176	2	B / Παράλληλοι (180 m)
AlmatyAirport	Καζακστάν	UAAA	ALA	680.9232	1	A / Μονός
Ashgabat	Τουρκμενιστάν	UTAA	ASB	210.9216	2	C / Παράλληλοι (1300 m)
Astana	Καζακστάν	UACC	TSE	355.092	1	A / Μονός
Beirut Rafic Hariri	Λίβανος	OLBA	BEY	26.5176	3	2K1 + 2K2 + J (Οι συνδυασμοί μεταξύ των τριών διαδρόμων)
BenGurion	Ισραήλ	LLBG	TLV	41.148	3	M / Τεμνόμενοι
Benazir Bhutto	Πακιστάν	OPRN	ISB	508.4064	1	A / Μονός
Borg El Arab	Αίγυπτος	HEBA	HBE	53.9496	1	A / Μονός

Cairo	Αίγυπτος	HECA	CAI	116.4336	3	F / Παράλληλοι (1500 m - 2500 m)
Damascus	Συρία	OSDI	DAM	615.696	2	D / Παράλληλοι (20000 m)
DjerbaZarzis	Τυνησία	DTTJ	DJE	5.7912	1	A / Μονός
Dubai	HAE	OMDB	DXB	18.8976	2	B / Παράλληλοι (420 m)
Dushanbe	Τατζικιστάν	UTDD	DYU	784.86	1	A / Μονός
Enfidha - Hammamet	Τυνησία	DTNH	NBE	6.4008	1	A / Μονός
Esfahan Shahid Beheshti	Ιράν	OIFM	IFN	1541.983 2	2	B / Παράλληλοι (450 m)
Hamad	Κατάρ	OTHH	DOH	0	2	D / Παράλληλοι (20000 m)
Hamid Karzai	Αφγανιστάν	OAKB	KBL	0	1	A / Μονός
Houari Boumediene	Αλγερία	DAAG	ALG	24.9936	2	J / Σχήματος V
Hurghada	Αίγυπτος	HEGN	HRG	15.8496	1	A / Μονός
Imam Khomeini	Ιράν	OIIIE	IKA	1007.364	2	B / Παράλληλοι (200 m)
Khartoum	Σουδάν	HSSS	KRT	385.572	1	A / Μονός
King Abdulaziz	Σαουδική Αραβία	OEJN	JED	14.6304	3	F / Παράλληλοι (1500 m - 2000 m)
King Fahd	Σαουδική Αραβία	OEDF	DM M	21.9456	2	D / Παράλληλοι (20000 m)
King Khaled	Σαουδική Αραβία	OERK	RUH	624.5352	2	D / Παράλληλοι (2700 m)
Kuwait	Κουβέιτ	OKBK	KWI	62.7888	2	D / Παράλληλοι (20000 m)
Mashhad	Ιράν	OIMM	MHD	994.5624	2	B / Παράλληλοι (200 m)
Muscat	Ομάν	OOMS	MCT	14.6304	2	D / Παράλληλοι (1650 m)
Sharjah	HAE	OMSJ	SHJ	33.8328	1	A / Μονός
Shiraz Shahid Dastghaib	Ιράν	OISS	SYZ	1499.616	2	B / Παράλληλοι (400 m)
Tashkent	Ουζμπεκιστάν	UTTT	TAS	431.9016	2	B / Παράλληλοι (200 m)
TunisCarthage	Τυνησία	DTTA	TUN	6.7056	2	L2 / Τεμνόμενοι

Πίνακας 5.7.1. : Αεροδρόμια στην περιοχή ενδιαφέροντος

Αεροδρόμιο	Κωδικός IATA	Βασικό Μήκος Κύριου Διαδρόμου (μέτρα)	Πλάτος Κύριου Διαδρόμου (μέτρα)	Κλίση Κύριου Διαδρόμου	Κωδικός Αεροσκάφους Αναφοράς
Abu Dhabi	AUH	3508	60	0.07%	4F
Alamalqbal	LHE	2489	46	0.05%	4E
Almaty Airport	ALA	3257	45	0.07%	4E
Ashgabat	ASB	2815	46	0.02%	4F
Astana	TSE	2593	45	0.11%	4E
Beirut Rafic Hariri	BEY	2678	60	0.47%	4F
Ben Gurion	TLV	3325	45	0.20%	4E
Benazir Bhutto	ISB	2435	46	0.02%	4E
Borg El Arab	HBE	2657	45	0.39%	4E
Cairo	CAI	2963	60	0.05%	4F
Damascus	DAM	2667	45	0.15%	4E
Djerb aZarzis	DJE	2775	45	0.11%	4E
Dubai	DXB	3456	60	0.16%	4F
Dushanbe	DYU	2296	45	0.22%	4E
Enfidha - Hammamet	NBE	2982	60	0.00%	4E
Esfahan Shahid Beheshti	IFN	3257	45	0.12%	4E
Hamad	DOH	4193	60	0.00%	4F
Hamid Karzai	KBL	3203	50	0.03%	4E
Houari Boumediene	ALG	2906	60	0.43%	4F
Hurghada	HRG	3493	45	0.12%	4E
Imam Khomeini	IKA	3147	45	0.34%	4E
Khartoum	KRT	2202	45	0.05%	4E
King Abdulaziz	JED	3320	60	0.14%	4F

King Fahd	DMM	3452	60	0.10%	4F
King Khaled	RUH	3115	60	0.12%	4F
Kuwait	KWI	2593	45	1.26%	4E
Mashhad	MHD	2907	45	4.70%	4E
Muscat	MCT	3119	45	0.19%	4E
Sharjah	SHJ	3372	45	0.22%	4E
Shiraz Shahid Dastghaib	SYZ	3172	45	0.47%	4E
Tashkent	TAS	2963	60	0.33%	4F
Tunis Carthage	TUN	2868	45	0.08%	4E

Πίνακας 5.7.2. : Αεροδρόμια στην περιοχή ενδιαφέροντος

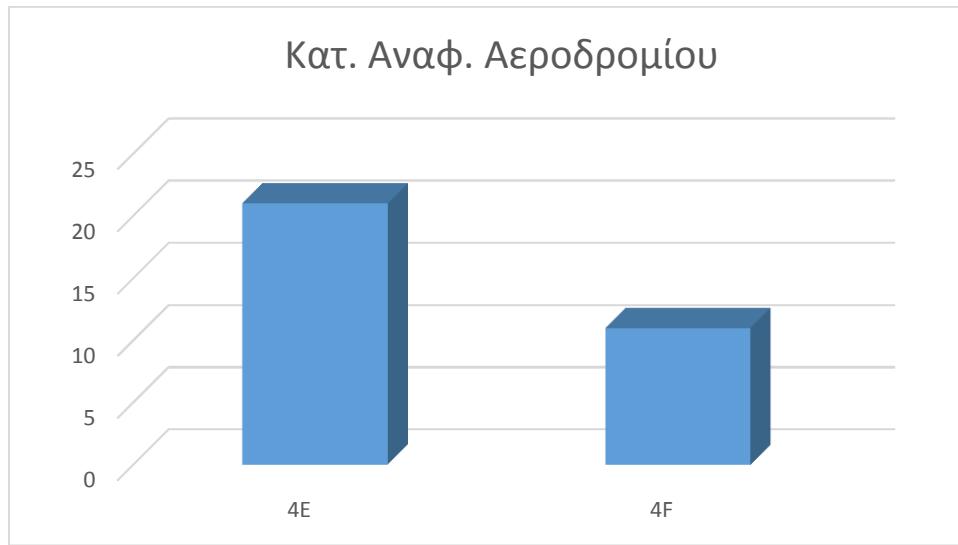
Αεροδρόμιο	Κωδικός IATA	Επιβάτες	Εμπόρευμα για το 2014 (τόνους)	Έτος	Ετήσιος Αριθμός Πτήσεων	Εκπλώματη χωρητικότητα (μετακινήσεις ανά έτος)	Βαθμός χρήσης διαδρόμων
Abu Dhabi	AUH	24,482,119	806,068	2016	190,804	488,000	0,39
Alamalqbal	LHE	4,114,465	90,276	2014	33,260	301,000	0,11
Almaty Airport	ALA	4,000,000	65,401	2015	49,923	244,000	0,20
Ashgabat	ASB	1,500,000		2014	15,000	397,000	0,4
Astana	TSE	3,366,560	9,288	2015	25,642	244,000	0,11
Beirut Rafic Hariri	BEY	6,567,877	92,943	2014	64,579	548,700	0,12
Ben Gurion	TLV	17,935,396	280,305	2016	155,708	337,000	0,46
Benazir Bhutto	ISB	4,279,000		2014	35,000	244,000	0,14
Borg El Arab	HBE	2,515,846	6,588	2016	26,500	244,000	0,11
Cairo	CAI	12,646,454	292,224	2016	122,848	751,000	0,16

Damascus	DAM	5,500,200		2012	60,000	488,000	0,12
Djerba Zarzis	DJE	2,001,245		2015	18,848	244,000	0,8
Dubai	DXB	83,653,455	2,367,574	2016	424,156	354,000	1,2
Dushanbe	DYU	12,291,541		2014	116,000	244,000	0,48
Enfidha - Hammamet	NBE	2,250,714		2015	15,075	244,000	0,06
Esfahan ShahidBeheshti	IFN	2,214,539	22,751	2014	18,313	301,000	0,06
Hamad	DOH	37,300,000	995,370	2016	245,800	488,000	0,50
Hamid Karzai	KBL	400,000		2010	6,000	244,000	0,02
Houari Boumediene	ALG	6,460,303	36,612	2014	76,764	393,000	0,20
Hurghada	HRG	2,605,970		2016	16,410	244,000	0,07
Imam Khomeini	IKA	6,049,062	116,185	2014	43,224	301,000	0,14
Khartoum	KRT	2,178,097		2015	32,000	244,000	0,13
King Abdulaziz	JED	27,111,000	205,619	2015	186,603	751,000	0,25
KingFahd	DMM	7,311,000	109,999	2015	71,197	488,000	0,15
KingKhaled	RUH	19,745,392	370,776	2015	157,194	488,000	0,32
Kuwait	KWI	9,163,279	189,477	2015	81,244	488,000	0,17
Mashhad	MHD	8,068,867	78,144	2014	55,678	301,000	0,18
Muscat	MCT	12,032,301	122,163	2016	113,797	488,000	0,23
Sharjah	SHJ	11,048,243	240,250	2016	84,023	244,000	0,34
ShirazShahidDastghaib	SYZ	2,444,884	25,839	2014	24,203	301,000	0,08
Tashkent	TAS	2,996,000		2014	25,000	301,000	0,08
TunisCarthage	TUN	5,151,632	20,442	2015	61152	282,000	0,22

Πίνακας 5.7.3. : Αεροδρόμια στην περιοχή ενδιαφέροντος

Από τα παραπάνω αεροδρόμια, κάποια λειτουργούν πολύ κοντά στα όρια των δυνατοτήτων τους, και κάποια πολύ χαμηλά σε σχέση με αυτά. Αυτό καθιστά κάποια μεγάλα αεροδρόμια στην περιοχή ανίκανα να αντεπεξέλθουν στην προβλεπόμενη αύξηση της ζήτησης στην αερομεταφορά επιβατών και φορτίου. Χαρακτηριστικά τέτοια αεροδρόμια αποτελούν τα αεροδρόμια στο Ντουμπάι(DBX) και τη Ντόχα(DOH). Αυτό

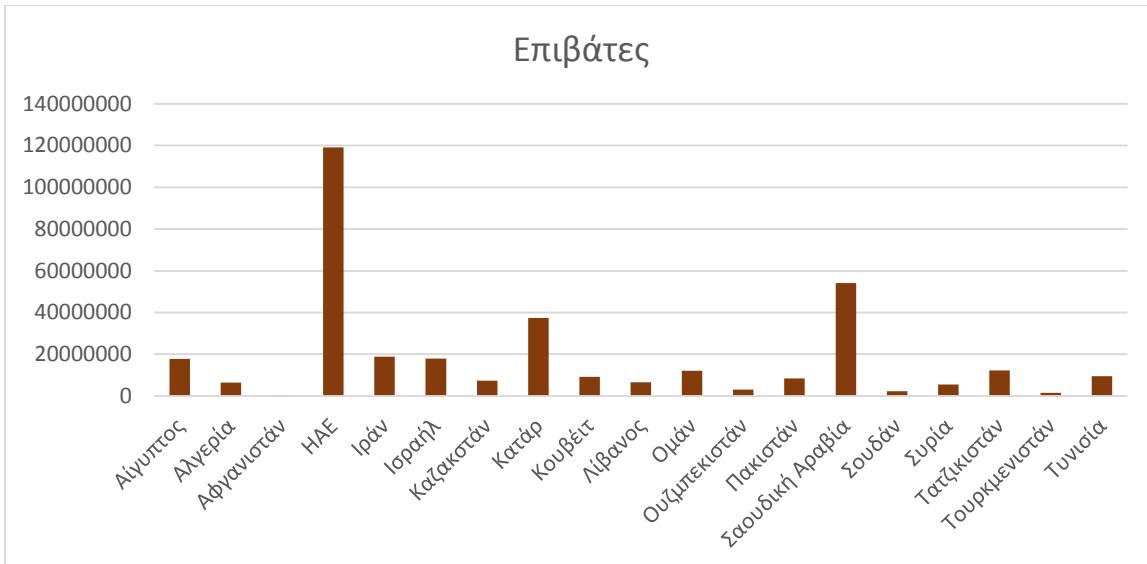
Θα έχει ως αποτέλεσμα, η επιβατική κίνηση να μεταφερθεί σε άλλα κοντινά αεροδρόμια, σε περίπτωση που δεν γίνουν άμεσα επεμβάσεις για την επέκταση της χωρητικότητάς τους.



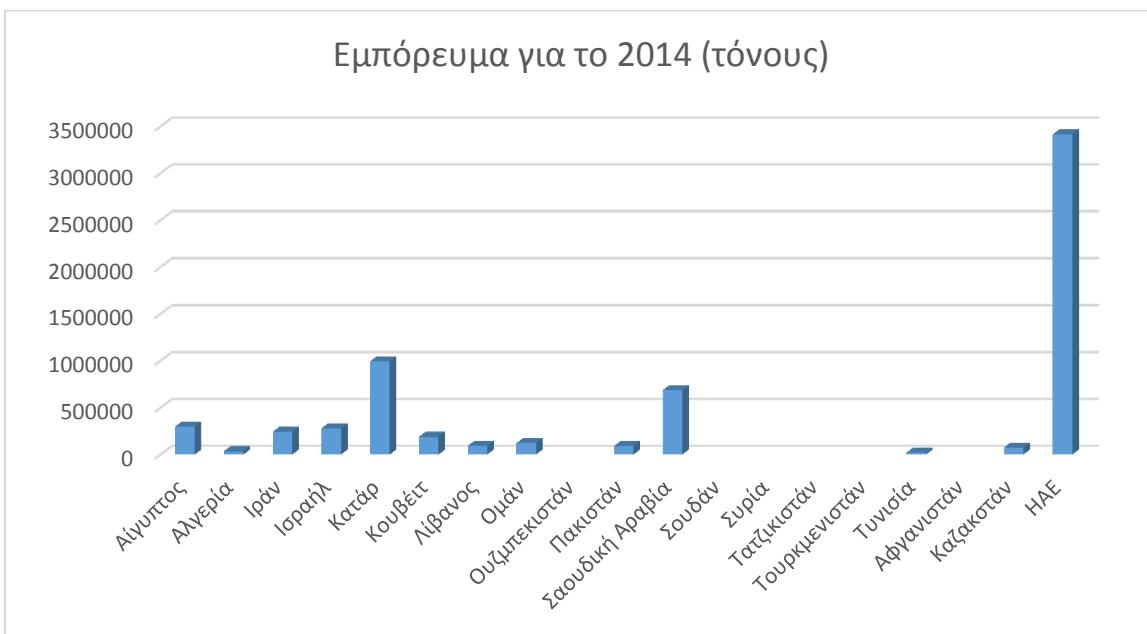
Διάγραμμα 5.6 : Κατηγορία αεροσκάφους αναφοράς για τα αεροδρόμια της περιοχής ενδιαφέροντος

Από τα αεροδρόμια που επιλέχθηκαν, η πλειοψηφία τους δεν έχουν τη δυνατότητα να δεχθούν αεροσκάφη κατηγορίας 4F. Συγκεκριμένα, σε αυτή την κατηγορία, το πιο διαδεδομένο αεροσκάφος είναι το A380-800 της Airbus, το οποίο αποτελεί το μεγαλύτερο επιβατικό αεροσκάφος που έχει κατασκευαστεί. Πολλά αεροδρόμια, τα τελευταία χρόνια, έχουν βελτιώσει τις εγκαταστάσεις τους, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να δεχτούν τα αεροσκάφη αυτής της κατηγορίας. Παρόλα αυτά, το συγκεκριμένο αεροσκάφος ενδείκνυται να χρησιμοποιείται σε απευθείας πτήσεις μεγάλης απόστασης με τεράστια ζήτηση. Από τα παραπάνω λοιπόν, κάποια αεροδρόμια που ήδη έχουν μεγάλο αριθμό επιβατών και δεν δέχονται αεροσκάφη τύπου 4F, θα έπρεπε να μελετηθεί η προοπτική για αναβάθμιση των εγκαταστάσεων τους. Τέτοια αεροδρόμια είναι το «Ben Gurion» στο Ισραήλ και το «Dushanbe» στο Τατζικιστάν.

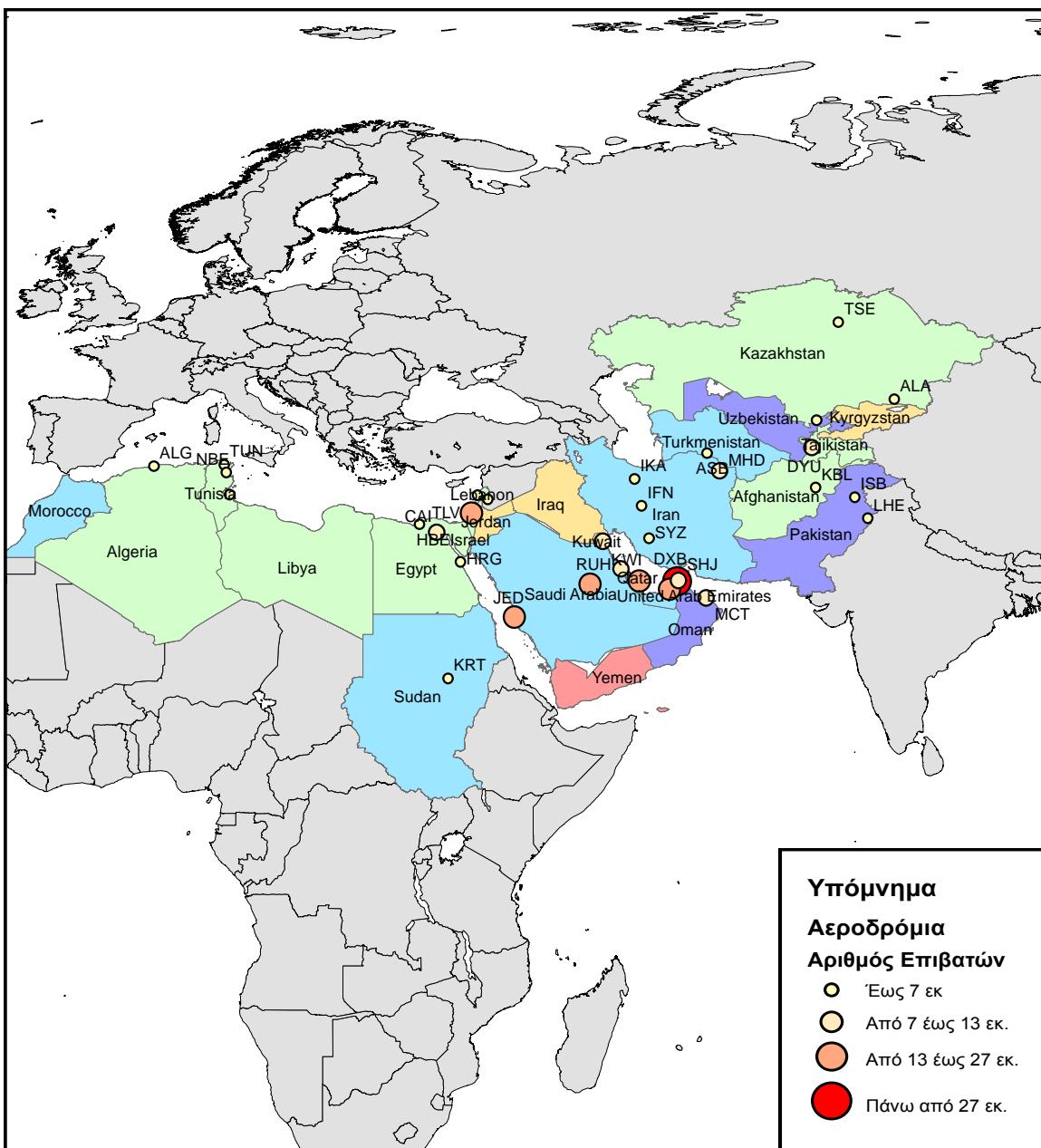
Όσον αφορά το συνολικό όγκο επιβατών και φορτίου για τις χώρες αυτές, παρατηρείται τεράστια διαφορά μεταξύ των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων και των υπολοίπων χωρών. Αυτή η ψαλίδα αναμένεται τα επόμενα χρόνια να «μικρύνει» λόγω των εξελίξεων που προβλέπονται σε αυτές τις χώρες.



Διάγραμμα 5.7 : Σύνολο αριθμού επιβατών ανά χώρα για τα αεροδρόμια στην περιοχή ενδιαφέροντος



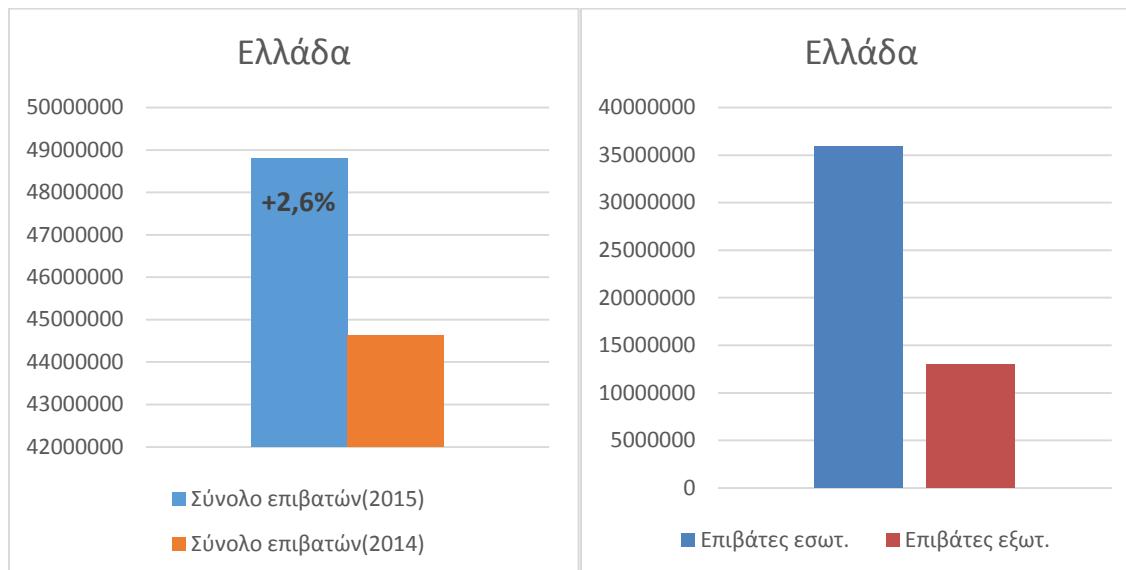
Διάγραμμα 5.8 : Σύνολο διακινούμενου εμπορευματικού φορτίου ανά χώρα για τα αεροδρόμια στην περιοχή ενδιαφέροντος



Χάρτης 5.5 : Αεροδρόμια στην περιοχή ενδιαφέροντος

Ελλάδα

Λόγω της ιδιαίτερης γεωπολιτικής θέσης της Ελλάδας στον ευρωπαϊκό και διεθνή χώρο, και των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της, οι αερομεταφορές κατέχουν εξέχουσα θέση στο σύστημα μεταφορών της χώρας. Τα ελληνικά αεροδρόμια αποτελούν τις κύριες διεθνείς πύλες εισόδου της χώρας και εξυπηρετούν σημαντική κίνηση, ιδίως κατά τη θερινή περίοδο. Παράλληλα, εξυπηρετούν και αξιόλογη κίνηση εσωτερικού.



Διάγραμμα 5.9 : Επιβατική κίνηση στην Ελλάδα για το 2015 // Πηγή : [88]

Παρά τις δυσμενείς συνθήκες και την οικονομική κρίση που επικρατεί στην Ελλάδα, η συνολική επιβατική κίνηση από το 2000 (περίπου εικοσιπέντε εκατομμύρια) μέχρι σήμερα έχει σχεδόν διπλασιαστεί. Το γεγονός αυτό μας υποδεικνύει ότι η Ελλάδα έχει αναπτυχθεί ραγδαία στον κλάδο των αερομεταφορών και μπορεί να αναπτυχθεί ακόμα περισσότερο μέσα στην επόμενη εικοσαετία, επωφελούμενη της παγκόσμιας αύξησης. Παρόλα αυτά, βλέπουμε ότι οι επιβάτες εσωτερικού αποτελούν πολύ μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με τους εξωτερικούς. Λόγω του σχετικά μικρού πληθυσμού της Ελλάδας, καθώς και της δυσμενούς οικονομικής κατάστασης, οι επιβάτες εσωτερικού δε θα μπορέσουν να ξεπεράσουν κατά πολύ τα σημερινά δεδομένα. Συνεπώς, αποτελεί καίριο ζήτημα να αναζητηθούν νέοι αεροπορικοί δρόμοι και νέες αγορές, με προοπτική για τα επόμενα χρόνια, ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα.

Όσον αφορά το αεροπορικό φορτίο, παρατηρούμε ότι μόνο ο αερολιμένας «Ελευθέριος Βενιζέλος» έχει σημαντική κίνηση με 73.340 τόνους εμπόρευμα για το 2014. Ακολουθούν οι αερολιμένες της Θεσσαλονίκης και της Ρόδου, με 6.200 και 1.100 τόνους αντίστοιχα.

Επιπλέον, ως αεροδρόμιο τύπου «Hub» λειτουργεί μόνο το «Ελευθέριος Βενιζέλος». Η αεροπορική εταιρία που εδράζεται σε αυτό είναι η «Aegean Airlines», μαζί με τη

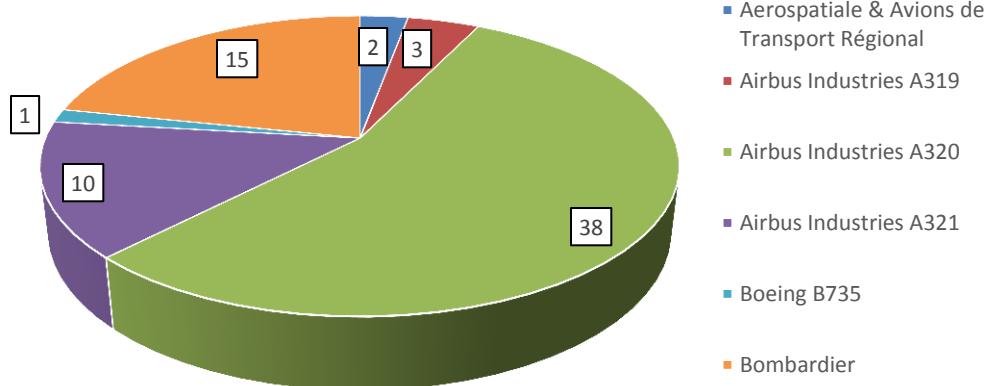
θυγατρική της εταιρία, «Olympic Air». Οπότε κρίνεται εύλογο να μελετηθεί ο στόλος της «Aegean Airlines» με αεροδρόμιο κόμβο το «Ελ. Βενιζέλος».

Για το «Ελ. Βενιζέλος» παρατηρούμε ότι η διάταξη διαδρόμων του αποτελείται από δύο ανεξάρτητους παράλληλους διαδρόμους. Για αυτή την διάταξη ο ετήσιος αριθμός αεροσκαφών σε μετακινήσεις εκτιμάται ότι μπορεί να κυμανθεί στις 488 χιλιάδες με βάση τον πίνακα 4.6. . Για το 2015 ο αριθμός των μετακινήσεων ήταν στις 200 χιλιάδες, με αποτέλεσμα ο βαθμός χρήσης του διαδρόμου να υπολογίζεται στο 0,41. Οπότε υπάρχει η δυνατότητα από θέμα υποδομής να προστεθούν νέα δρομολόγια και να αυξηθεί η επιβατική και εμπορευματική κίνηση του αεροδρομίου, χωρίς ανάγκη για προσθήκη νέου διαδρόμου. Προσεγγιστικά, λοιπόν, υπάρχει η δυνατότητα να προστεθούν 770 νέες συνδέσεις καθημερινά. Θεωρείται ότι μέγιστος αριθμός νέων ημερήσιων συνδέσεων ισούται με την διαφορά μεταξύ χωρητικότητας διάταξης διαδρόμων και αριθμού αεροσκαφών ανά έτος διά τις ημέρες του έτους(365).

Αεροσκάφη	Αριθμός	Αριθμός θέσεων	Τυπική ακτίνα (σε χιλιόμετρα) (100% πληρότητα σε Επιβάτες και αποσκευές)
Aerospatiale & Avions de Transport Régional	2		
AT46	2	48	1326
Airbus Industries	51		
A319	3	124	6900
A320	38	150	5700
A321	10	185	5900
Boeing	1		
B735	1	108	4398
Bombardier	15		
DH8A	4	39	1890
DH8D	10	78	2520
LJ60	1	8	4461

Πίνακας 5.8 : Στόλος Aegean και Olympic Airlines

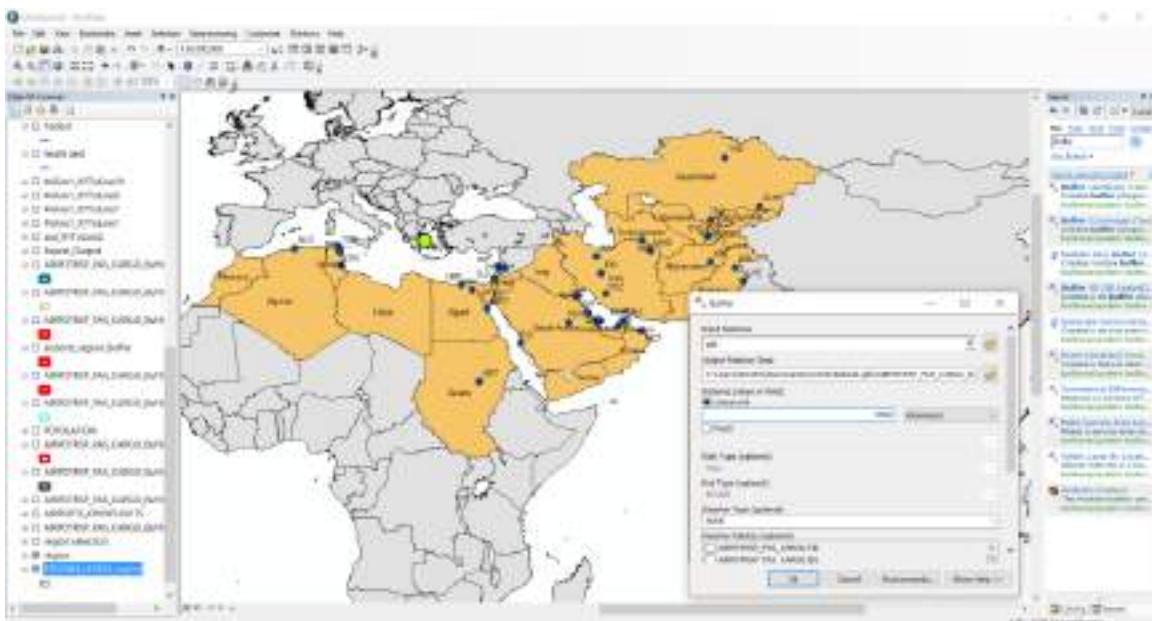
Aegean & Olympic Airlines



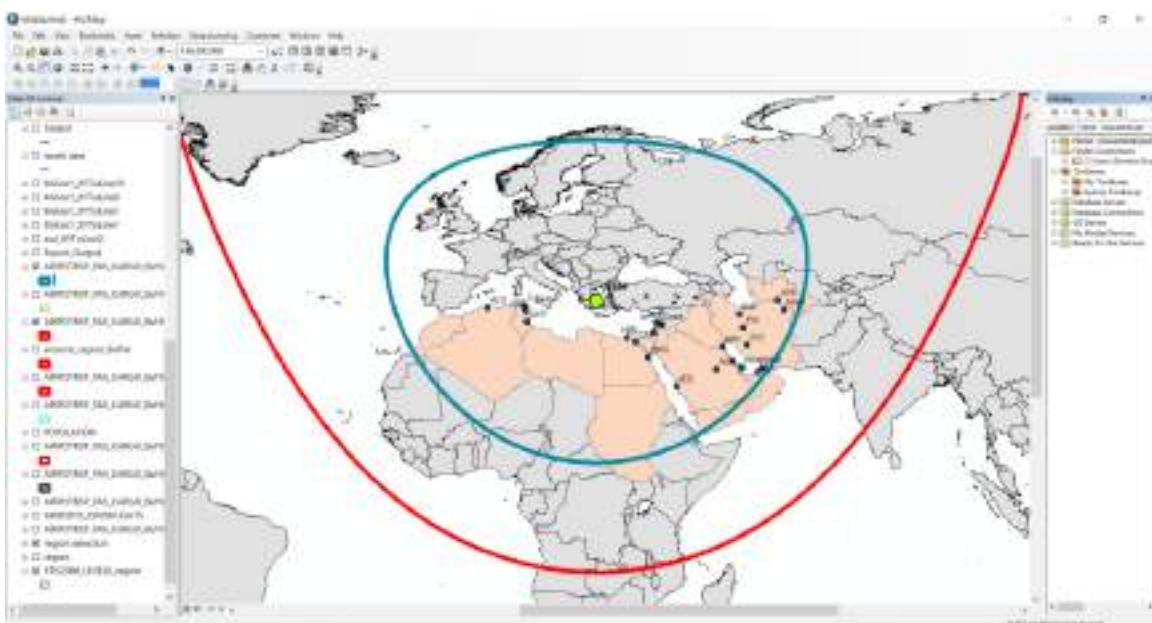
Διάγραμμα 5.10 : Στόλος Aegean και Olympic Airlines

Για την αξιολόγηση της δυνατότητας να δημιουργηθούν νέες συνδέσεις με κάποια από τα αεροδρόμια που αναφέρθηκαν παραπάνω, απαιτείται να υπάρξει ανάλυση του στόλου της αεροπορικής εταιρίας, και στη συγκεκριμένη περίπτωση της «Aegean Airlines». Ο στόλος της αποτελείται κατά κύριο λόγο από αεροσκάφη τύπου «Airbus 320». Οπότε θα επιλεχθούν αυτά για την αξιολόγηση της δυναμικής του στόλου της.

Για το συγκεκριμένο αεροσκάφος, η ακτίνα υπολογίζεται για δυσμενείς συνθήκες, με μέγιστο βάρος σχεδιασμού μηδενικού καυσίμου (MFW), καθώς και σε 100% πληρότητα, χωρίς επιπλέον φορτίο και με παραδοχή ότι ένας επιβάτης με τις αποσκευές του ζυγίζει 100 κιλά. Οι ακτίνες υπολογίστηκαν σε αντιστοιχία με το διάγραμμα του αεροσκάφους «Boeing 747 - 400» και της τυπικής ακτίνας για 150 επιβάτες που προσφέρεται από την «Airbus». Οι ακτίνες, είναι 3500χμ. και 5700χμ. αντίστοιχα. Επιπλέον, το αεροσκάφος ανήκει στη κατηγορία 4C (απαιτούμενο πλάτος διαδρόμου 45 μέτρα) και έχει μήκος αναφοράς ίσο με 2480 μέτρα. Το μοναδικό αεροσκάφος που παρουσιάζει μεγαλύτερη ακτίνα είναι το «Airbus 319», αλλά λόγω του ότι διατίθενται μόνο 3 αεροσκάφη, δεν αποτελούν χαρακτηριστικό δείγμα για την αξιολόγηση της δυναμικής του στόλου της εταιρίας.

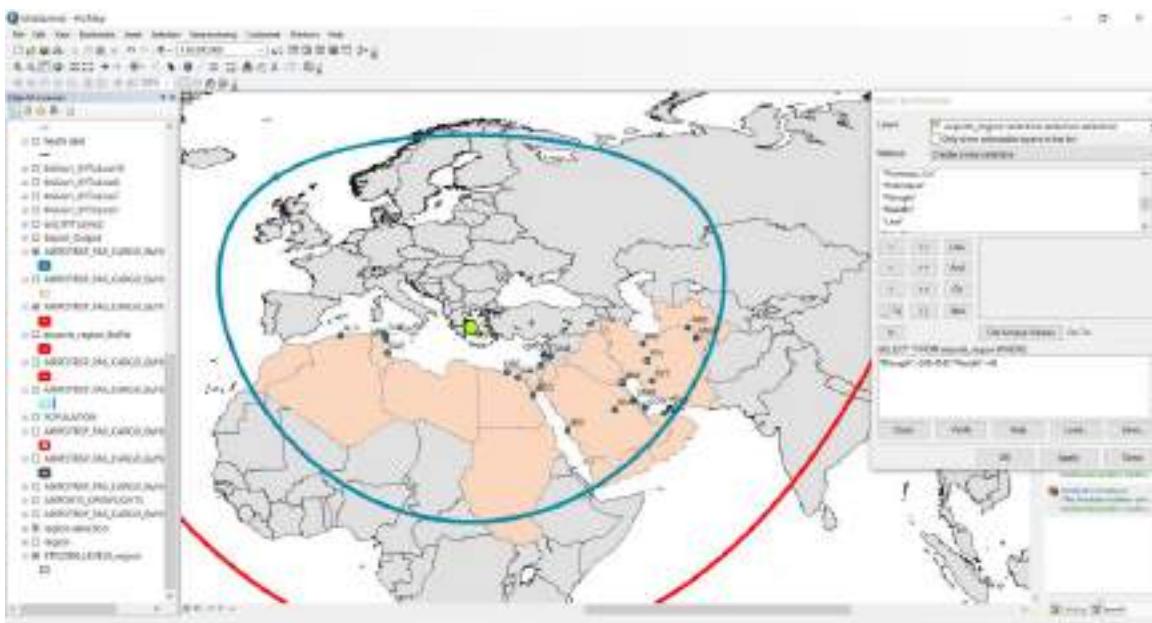


Εικόνα 5.1 : Επεξεργασία δεδομένων σε περιβάλλον GIS – Ακτίνα Αεροσκάφους



Εικόνα 5.2 : Επεξεργασία δεδομένων σε περιβάλλον GIS – Επιλογή αεροδρομίων (1)

Στις εικόνες παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε με βάση τα εργαλεία που παρουσιάστηκαν, ώστε να απομονωθούν τα αεροδρόμια που είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν από τα αεροσκάφη «Airbus 320» της αεροπορικής εταιρίας «Aegean» με έδρα το αεροδρόμιο «Ελευθέριος Βενιζέλος».



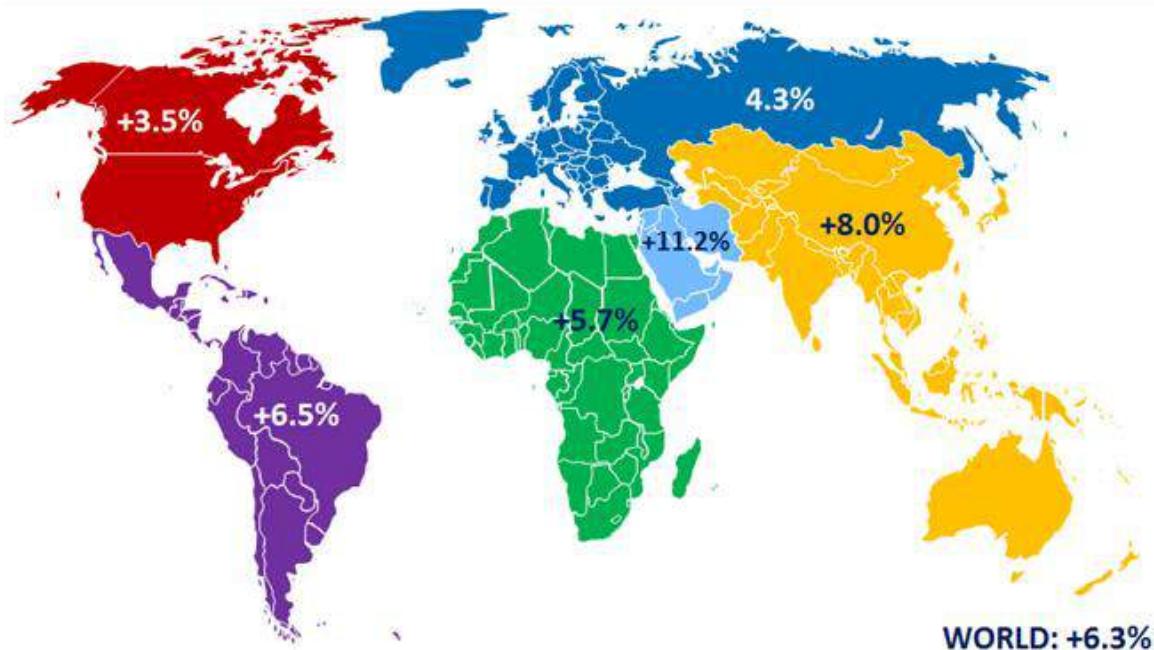
Εικόνα 5.3 : Επεξεργασία δεδομένων σε περιβάλλον GIS – Επιλογή αεροδρομίων (2)

Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας ήταν να προκύψουν 22, από τα αρχικά 32 αεροδρόμια, στα οποία υπάρχει η δυνατότητα ανάπτυξης νέων αεροπορικών συνδέσεων.

Οπότε, για αυτά τα αεροδρόμια, υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργηθούν νέες συνδέσεις, με σκοπό να εκμεταλλευτεί το «Ελ. Βενιζέλος» και οι ελληνικές αεροπορικές εταιρίες την αναμενόμενη αύξηση της επιβατικής κίνησης προς αυτή την περιοχή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί αν το «Ελ. Βενιζέλος» αποτελέσει ένα κέντρο μετεπιβιβάσεων μεταξύ χωρών της Βόρειας και Κεντρικής Ευρώπης και της περιοχής αυτής. Προφανώς δεν αρκεί μόνο να υπάρχει η δυνατότητα, αλλά πρέπει να διερευνηθούν οι υπάρχουσες συνδέσεις των αεροδρομίων με την Ευρώπη, η δυναμική των αεροπορικών εταιριών που εδράζονται σε αυτές και τα ανταγωνιστικά αεροδρόμια ως προς τον ίδιο σκοπό.

5.3 Εκτιμήσεις ζήτησης

Η πορεία των αερομεταφορών στο παρελθόν, και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που παρουσίασε, μόνο θετικές βλέψεις μπορούν να αποφέρουν για το μέλλον. Η αύξηση των μετακινήσεων, τόσο των επιβατών, όσο και του εμπορεύματος, προβλέπεται να συνεχιστεί. Μόνο για το 2016 οι αυξήσεις στις διεθνείς πτήσεις, αλλά και στις εγχώριες, κυμάνθηκαν σε πολύ υψηλά επίπεδα. Σύμφωνα με τις διάφορες προβλέψεις που θα παρουσιαστούν παρακάτω μέχρι και το έτος 2035 οι εξελίξεις θα είναι ραγδαίες. Θα παρουσιαστεί η γενικότερη εικόνα της μελλοντικής διαμόρφωσης της αγοράς και θα αναλυθούν τα στοιχεία, ώστε να εξαχθούν γενικά συμπεράσματα για τη δυνατότητα της Ελλάδας, τόσο των ελληνικών αεροδρομίων, όσο και των ελληνικών αεροπορικών εταιριών, να επωφεληθεί από αυτές.



Χάρτης 5.1 : Αύξηση της διεθνούς προγραμματισμένης επιβατικής κίνησης (RPK) το 2016 //

Πηγή : [80]

Προβλέψεις για την εξέλιξη της εναέριας επιβατικής κίνησης

Όπως αναφέρθηκε, ο τομέας των αερομεταφορών βρίσκεται σε συνεχή ανάπτυξη. Με βάση τις προβλέψεις των δυο κυρίαρχων εταιριών στον κατασκευαστικό τομέα της βιομηχανίας των αερομεταφορών (Airbus, Boeing), καθώς και της Διεθνούς Ένωσης Αερομεταφορών(IATA) [81], η ετήσια παγκόσμια επιβατική κίνηση προβλέπεται σχεδόν να διπλασιαστεί το 2035 και να ξεπεράσει σε αριθμό μετακινήσεων τα 7 δισεκατομμύρια το χρόνο.

Η «Airbus» προβλέπει για τα επόμενα είκοσι χρόνια αύξηση της εναέριας επιβατικής κίνησης κατά μέσο όρο 4,5% ανά έτος. Σύμφωνα με τις προβλέψεις, θα υπάρξει άνοδος κατά μέσο όρο 5% ανά έτος την πρώτη δεκαετία, και 4,1% αντίστοιχα τη δεύτερη.

Παρακάτω ακολουθεί διάγραμμα με τις είκοσι μεγαλύτερες ροές επιβατών, όπως προβλέπονται για το έτος 2035 σύμφωνα με την Airbus, και η αύξησή τους συγκριτικά με τις ροές του 2015 (ο αριθμός δίπλα από τις ράβδους είναι ο πολλαπλασιαστής του μεγέθους της ροής του 2015, ώστε να ισούται με τη ροή του 2035). Παρατηρείται ότι, μεγάλο μερίδιο στη παγκόσμια επιβατική κίνηση θα έχουν οι εγχώριες πτήσεις μεγάλων πληθυσμιακά χωρών (Λ.Δ.Κίνας, Ινδία, Η.Π.Α, κ.α.), καθώς και πτήσεις μεταξύ των χωρών μιας Ηπείρου. Όσον αφορά τις διηπειρωτικές πτήσεις, η ροή επιβατών με αφετηρία τη Δυτική Ευρώπη και προορισμό τη Μέση Ανατολή, αυξάνεται αισθητά την επόμενη εικοσαετία. Με πράσινο χρώμα έχουν επισημανθεί οι ροές που η Ελλάδα έχει ενεργή συμμετοχή ή θα μπορούσε να έχει μερίδιο από την αύξηση. Αυτές είναι οι ροές εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ως μέλος της, και μεταξύ χωρών Δυτικής Ευρώπης και Μέσης Ανατολής, ως σταθμός μετεπιβίβασης. [40]

Αριθμός μετακινήσεων(σε εκατομμύρια)	2015	Αύξηση το 2035	έως Αύξηση του 2015
Εντός των Αναπτυγμένων Χ.Ασία	25	+52,5	3,1
Δυτική Ευρώπη – ΗΠΑ	53	+37,1	1,7
Εντός της Μέσης Ανατολή	42	+50,4	2,2
Εγχώριες/Ρωσία	45	+49,5	2,1
Ινδία – Μέση Ανατολή	31	+65,1	3,1
Εγχώριες/Αυστραλία &Ν.Ζηλανδία	55	+44	1,8
Ανεπτυγμένες-Αναπτυσσόμενες Χ.Ασίας	50	+75	2,5
Δυτική Ευρώπη - Μέση Ανατολή	55	+77	2,4
Εγχώριες/Τουρκία	45	+103,5	3,3
Εγχώριες/Νότια Αμερική	60	+102	2,7
Εγχώριες/Ασία Ανεπτυγμένες	130	+39	1,3
Ανεπτυγμένες Χώρες Ασίας - Λ.Δ.Κίνας	55	+132	3,4
Εγχώριες/Ευρωπαϊκή Ένωση	140	+56	
Κεντρική Ευρώπη - Δυτική Ευρώπη	79	+126,4	2,6
Εγχώριες/Βραζιλία	85	+136	2,6
Εγχώριες/Ινδία	70	+329	5,7
Εγχώριες/Ασία Αναπτυσσόμενες	180	+450	3,5
Εγχώριες/ΗΠΑ	440	+220	1,5
Εντός της Δυτικής Ευρώπης	390	+273	1,7
Εγχώριες/Λ.Δ.Κίνας	410	+1107	3,7

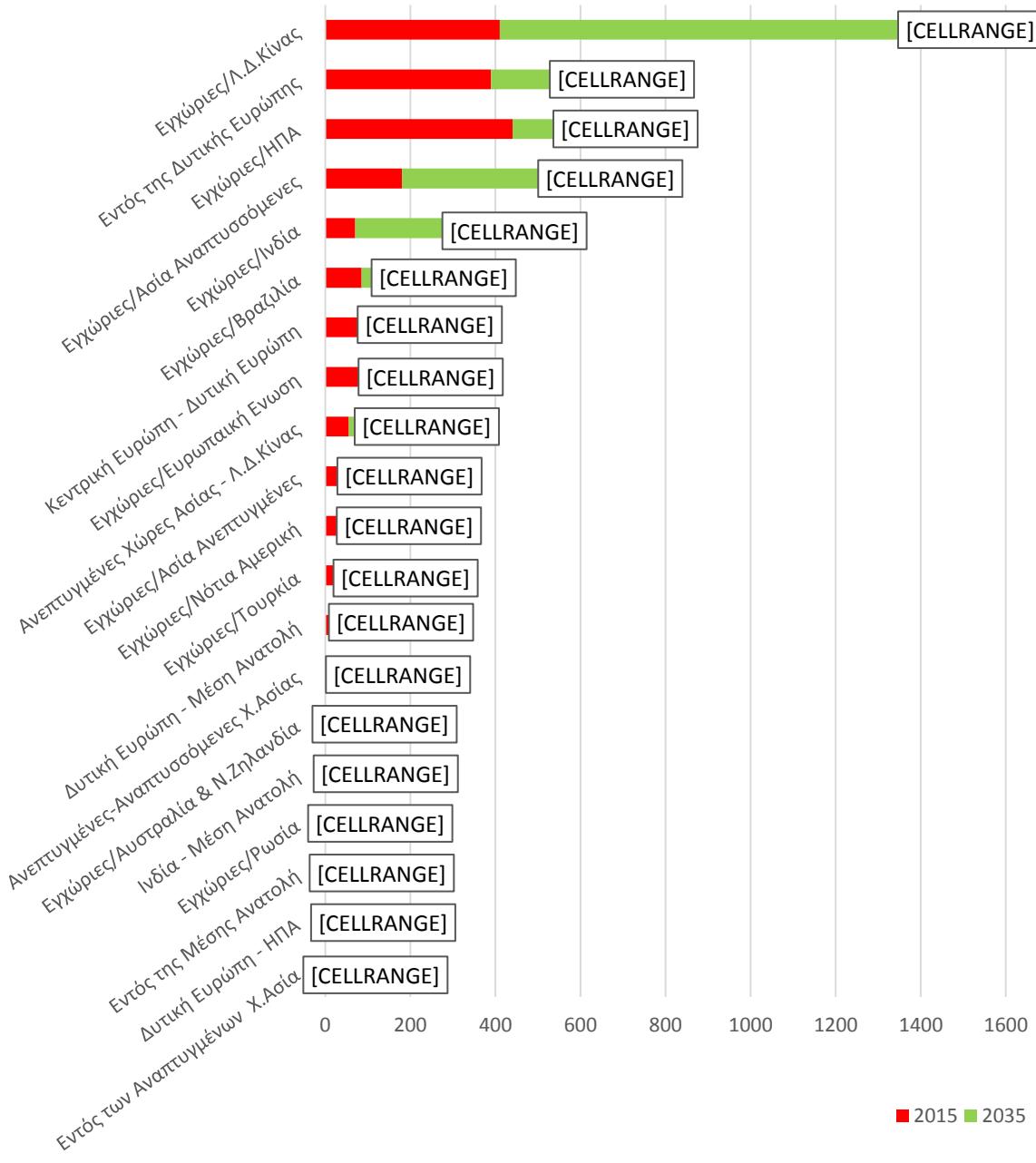
Πίνακας 5.1 : Εξέλιξη των μεγαλύτερων ροών επιβατών το 2035 /Πηγή: [40]

Η «Boeing» θεωρεί σαν ένα από τους βασικότερους παράγοντες, που επηρεάζουν την αγορά των αερομεταφορών, την εξέλιξη του Α.Ε.Π. . Η «IHS Economicsⁱ» προβλέπει αρχικά ότι το παγκόσμιο Α.Ε.Π θα αυξάνεται κατά 2,9% ετησίως για τα επόμενα είκοσι χρόνια. Βασιζόμενη σε αυτή την αύξηση, η Boeing υπολογίζει ότι, η ετήσια επιβατική κίνηση στις αερομεταφορές θα αυξάνεται κατά 4,8%, και η αντίστοιχη εμπορευματική κατά 4,2% για την επόμενη εικοσαετία.

Επιπλέον θεωρεί ότι, όσον αφορά τις αεροπορικές εταιρίες, θα υπάρχει μεγαλύτερη διασπορά των επιβατών ως προς την επιλογή τους. Συγκεκριμένα, το 48% σήμερα ταξιδεύει με αεροπορικές εταιρίες με έδρα στην Ευρώπη και την Βόρεια Αμερική. Αυτό το ποσοστό προβλέπεται να συρρικνωθεί στο 37%. Παρακάτω ακολουθεί ένα διάγραμμα ροών μεταξύ ηπείρων, με μονάδα μέτρησης τα επιβατικά χιλιόμετρα (RPK). Οι ροές που παρουσιάζονται είναι αυτές που επικεντρώνονται στον σκοπό της έρευνας μας. Όμοια με πράσινο χρώμα έχουν επισημανθεί οι ροές, οι οποίες παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την ελληνική αεροπορική αγορά.[2]

ⁱ Η IHSMarkitLtd είναι μια εταιρεία με έδρα το Λονδίνο, Ηνωμένο Βασίλειο. Η IHS παρέχει πληροφορίες και αναλύσεις για την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων των επιχειρήσεων και των κυβερνήσεων.

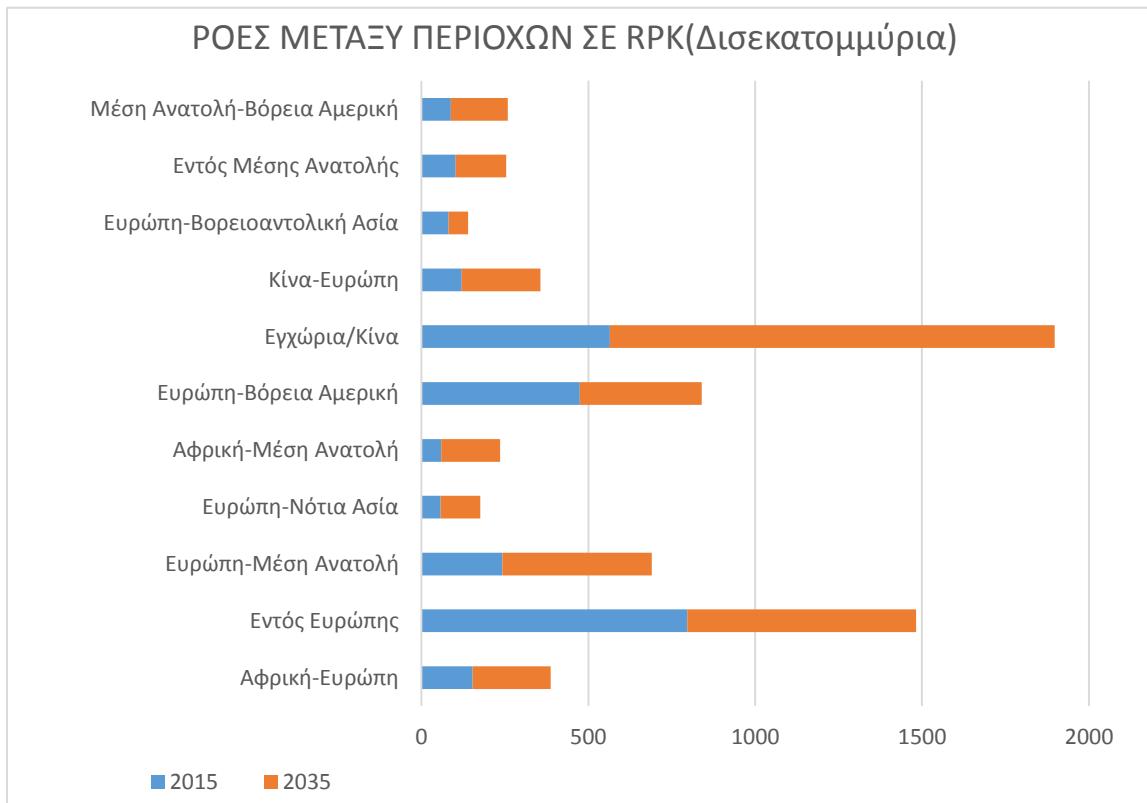
**ΟΙ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΕΣ 20 ΡΟΕΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ ΤΟ 2035
(ΑΦΕΤΗΡΙΑ-ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ)**



Διάγραμμα 5.1 : Εξέλιξη Ροών Επιβατών το 2035 /Πηγή: [32]

RPKS σεδισεκατομμύρια	2015	2035	Ετήσια Αύξηση
Αφρική-Μέση Ανατολή	59,5	235,9	7,1%
Εγχώρια/Κίνα	564,7	1897,4	6,2%
Ευρώπη-Νότια Ασία	57,5	176,7	5,8%
Κίνα-Ευρώπη	121,1	356,7	5,5%
Μέση Ανατολή-Βόρεια Αμερική	88,3	259	5,5%
Ευρώπη-Μέση Ανατολή	242,5	690,2	5,4%
Αφρική-Ευρώπη	153,21	387,5	4,7%
Εντός Μέσης Ανατολής	102,2	253,6	4,6%
Εντός Ευρώπης	796,8	1482,1	3,2%
Ευρώπη-Βόρεια Αμερική	475	840,2	2,9%
Ευρώπη-Βορειοαντολική Ασία	81,3	139,9	2,7%

Πίνακας 5.2 : Ροές Μεταξύ Περιοχών Σε RPK /Πηγή : [2]



Διάγραμμα 5.2 : Ροές Μεταξύ Περιοχών Σε RPK /Πηγή : [2]

Τέλος, η Διεθνής Ένωση Αερομεταφορών (IATA) προβλέπει και εκείνη με τη σειρά της, αύξηση των αερομεταφορών σε παγκόσμιο επίπεδο σε μεγέθη αντίστοιχα με τα παραπάνω. [81] Επίσης, θεωρεί ότι, οι αγορές με τη μεγαλύτερη ποσοστιαία ετήσια άνοδο, θα είναι αυτές των αναπτυσσόμενων χωρών και εστιάζει σε χώρες της Αφρικής και της Ασίας. Αυτό επαληθεύεται και με την παρατήρηση των παραπάνω στοιχείων. Συνοψίζοντας, η επιβατική κίνηση θα διπλασιαστεί τα επόμενα 20 χρόνια με νέες

αγορές να αναδύονται και τις υπάρχουσες να διατηρούν τη δυναμική τους. Με αυτά τα δεδομένα, καθώς και τη διαχρονική ανθεκτικότητα που έχει αποδείξει η βιομηχανία των αερομεταφορών, οι συνθήκες φαντάζουν ιδανικές για περαιτέρω ανάλυση ως προς την εύρεση νέων ευκαιριών για ανάπτυξη και κέρδος.

RPKs	Αφρική	Λατινική Αμερική	Μέση Ανατολή	Ευρώπη	Βόρεια Αμερική	Ασία
Ασία	7.20%	6.40%	6.90%	4.70%	4.50%	6.20%
Βόρεια Αμερική	6.10%	5.40%	5.50%	2.90%	2.60%	
Ευρώπη	4.70%	4.80%	5.40%	3.20%		
Μέση Ανατολή	7.10%	-	4.60%			
Λατινική Αμερική	9.10%	5.60%				
Αφρική	6.90%					

Πίνακας 5.3 : Αύξηση ροών σε επιβατικά χιλιόμετρα(RPKs) 2015-2035 μεταξύ περιοχών //
Πηγή : [2]

Η αγορά της Ευρώπης

Η αεροπορική αγορά της Ευρώπης παρέμεινε ισχυρή το 2015 παρά τις οικονομικές αβεβαιότητες. Το Α.Ε.Π της Ευρώπης αυξήθηκε κατά 1,9% και προβλέπεται να αυξηθεί κατά 1,8% ετησίως έως το 2035. Η Ένωση Ευρωπαϊκών Αεροπορικώνⁱ αναφέρει ότι, για το 2015 οι αεροπορικές εταιρίες μέλη της, εξυπηρέτησαν 307 εκατομμύρια επιβάτες, 4,3% περισσότερους από το 2014. Επιπλέον, οι ευρωπαϊκές αεροπορικές εταιρίες απέκτησαν περισσότερα από 240 νέα αεροπλάνα το 2015.

Η ευρωπαϊκή αγορά αερομεταφορών προβλέπεται να αυξηθεί τα επόμενα 20 χρόνια, με τις αεροπορικές εταιρίες να αναμένεται ότι θα αποκτήσουν περισσότερα από 7.500 νέα αεροπλάνα, αξίας άνω του ενός τρισεκατομμύριου ευρώ. Τα αεροσκάφη μονού διαδρόμουⁱⁱ θα αποτελούν την πλειοψηφία αυτών σε ποσοστό 78% του συνόλου.

iΗ Ένωση Ευρωπαϊκών Αεροπορικών Εταιρειών είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που συγκεντρώνει 22 μεγάλες ευρωπαϊκές αεροπορικές εταιρείες ως έμπιστη φωνή της ευρωπαϊκής αεροπορικής βιομηχανίας εδώ και 60 χρόνια.

ii Ένα αεροσκάφος στενού σκελετού ή αεροσκάφος μονού διαδρόμου είναι ένα αεροπλάνο που είναι διατεταγμένο κατά μήκος ενός μόνο διαδρόμου και επιτρέπει έως και 6 θέσεις καθισμάτων σε καμπίνα κάτω από 4 μέτρα πλάτους. Αντίθετα, ένα αεροσκάφος ευρείας ατράκτου είναι ένα μεγαλύτερο αεροπλάνο που συνήθως έχει πολλαπλούς διαδρόμους και μια διάμετρο ατράκτου άνω των 5 μέτρων, επιτρέποντας τουλάχιστον 7 θέσεις καθισμάτων. Η μέγιστη χωρητικότητα των αεροσκαφών στενού σκελετού είναι 295 επιβάτες στο Boeing

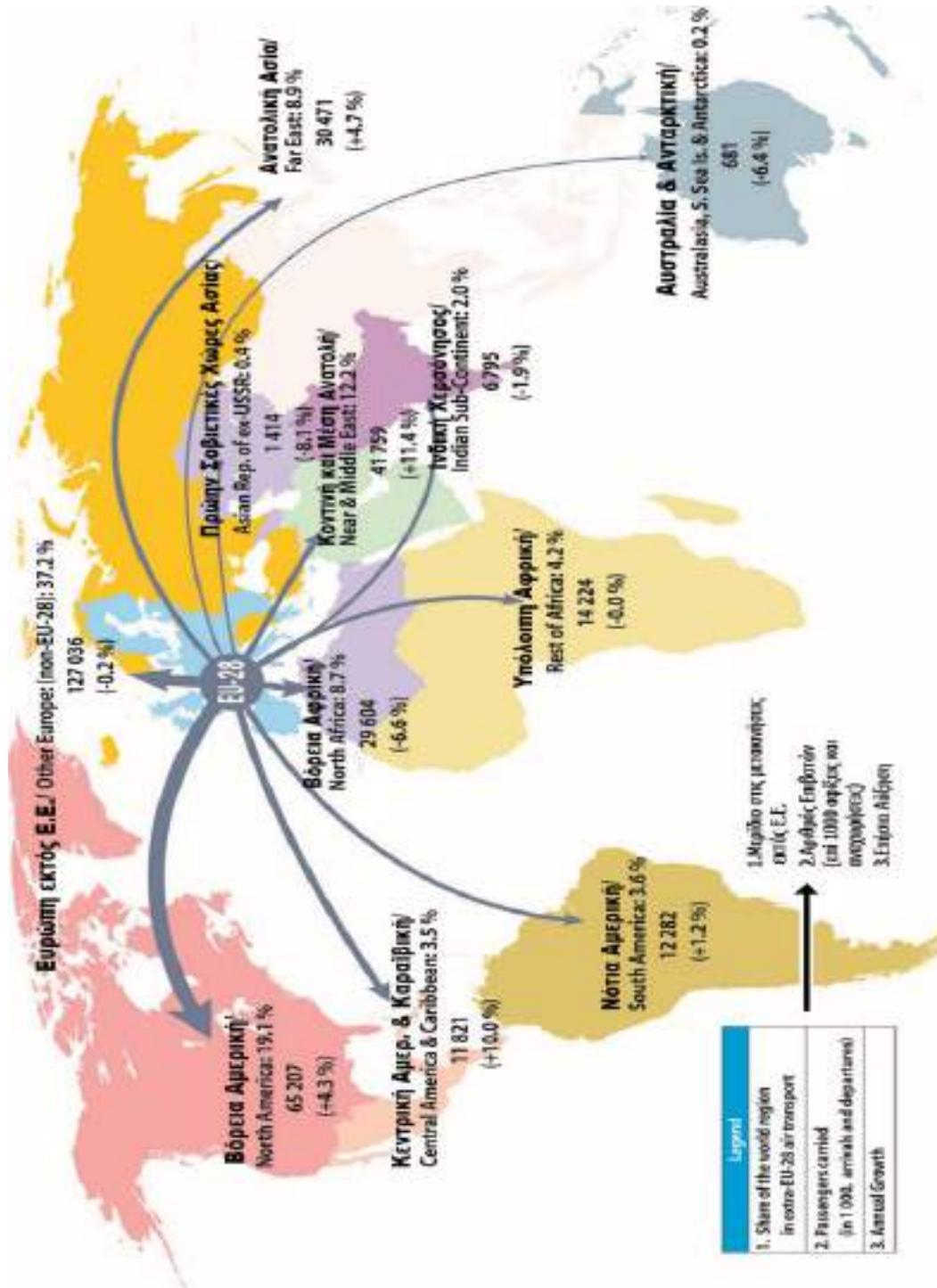
Τα τελευταία χρόνια στην Ευρώπη έχει υπάρξει μεγάλη άνοδος στις αερομεταφορές χαμηλού κόστους ως προς την εξυπηρέτηση δρομολογίων εντός της Ευρώπης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι αεροπορικές εταιρίες χαμηλού κόστους να εξυπηρετούν το 47% των επιβατών για τις πτήσεις εντός Ευρώπης. Όσον αφορά της πτήσεις μακρινών αποστάσεων μεγάλο μερίδιο στην αγορά έχουν καταγράψει οι εταιρίες της Μέσης Ανατολής, καθώς εκμεταλλευόμενες τη γεωγραφική της θέση, εξυπηρετούν πτήσεις από την Ευρώπη προς την Ινδία, την Αυστραλία, καθώς και την Νοτιοανατολική Ασία. Το γεγονός αυτό έχει ωθήσει τις ευρωπαϊκές εταιρίες αερομεταφορών να μετατοπιστούν σε πιο κερδοφόρες αγορές και κυρίως στο Βόρειο Ατλαντικό, όπου το μερίδιο τους στην αγορά έχει αυξηθεί πάνω από 20% από το 2010.

Στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπολογίζεται πως για το έτος 2015, ο συνολικός αριθμός των επιβατών που ταξιδεύουν αεροπορικώς, ανέρχεται στα 918 εκατομμύρια, αυξημένος κατά 4,7% σε σύγκριση με το 2014. Αναλυτικά τα στοιχεία που μας παρέχει παρουσιάζονται παρακάτω. Παρατηρείται αισθητή αύξηση για τις μετακινήσεις προς τη Μέση Ανατολή και το Βόρειο Ατλαντικό, καθώς και μείωση προς την Ινδία και την Αυστραλία, γεγονός που επαληθεύει και την παραπάνω γενικότερη ανάλυση για τις αερομεταφορές στην Ευρώπη.

Περιοχές	Αριθμός Επιβατών	Μερίδιο στις μετακινήσεις εκτός Ε.Ε.	Ετήσια αύξηση 2012/2015
Europe except EU (Ευρώπη εκτός Ε.Ε.)	127,035,565	37.2%	-0.2%
North America (Βόρεια Αμερική)	65,206,923	19.1%	4.3%
Central America and Caribbean (Κεντρική Αμερ. & Καραϊβική)	11,820,949	3.5%	10.0%
South America (Νότια Αμερική)	12,282,208	3.6%	1.2%
Asian Republics of the Ex-USSR (Πρώην Σοβιετικές Χώρες Ασίας)	1,414,010	0.4%	-8.1%
Near&MiddleEast (Κοντινή και Μέση Ανατολή)	41,758,901	12.2%	11.4%
Indian Sub-Continent (Ινδική Χερσόνησος)	6,795,217	2.0%	-1.9%
Far East (Ανατολική Ασία)	30,470,739	8.9%	4.7%
Australasia, S. Sea Is. & Antarctica (Αυστραλία & Ανταρκτική)	680,854	0.2%	-6.4%
North Africa (Βόρεια Αφρική)	29,603,823	8.7%	-6.6%
Rest of Africa (Υπόλοιπη Αφρική)	14,224,094	4.2%	0.0%

757-300, ενώ τα αεροσκάφη ευρείας ατράκτου μπορούν να φιλοξενήσουν από 250 έως 600 επιβάτες.

Πίνακας 5.4 : Επιβάτες εκτός Ε.Ε για το 2015 – 2012 // Πηγή: [79]



Χάρτης 5.1: Επιβάτες εκτός Ε.Ε για το 2015 – 2012 // Πηγή : [79]

Συνοψίζοντας, η αγορά της Ευρώπης έχει δυναμική και προβλέπεται σταθερή άνοδος – αν και όχι πολύ μεγάλη- μέσα στην επόμενη εικοσαετία, καθώς δεν αποτελείται από αναπτυσσόμενες και καινούργιες χώρες, στον κλάδο των αερομεταφορών. Έχει αναπτυγμένη βιομηχανία αερομεταφορών, αλλά ακόμα υπάρχουν πολλά υποσχόμενοι τομείς για το μέλλον, όπως οι πτήσεις χαμηλού κόστους, και συνεχής ζήτηση για ανανέωση και βελτίωση.

Μέση Ανατολή, Αφρική, -σταν Χώρες

Οι πρώην σοβιετικές χώρες της Ασίας, μαζί με το Αφγανιστάν και το Πακιστάν, αποτελούν τις -σταν Χώρες (-stan countries). Αυτή η αγορά αποτελείται από αναπτυσσόμενες χώρες στο χώρο των αερομεταφορών, με πολλές δυνατότητες εξέλιξης. Ειδικότερα, η αγορά της Ασίας εν γένει, είναι από αυτές που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ανάπτυξη τα επόμενα χρόνια. Παρ' όλα αυτά, τα τελευταία χρόνια υπήρξαν οικονομικές αναταραχές στην περιοχή αυτή, με αποτέλεσμα να αποδυναμωθούν οι αεροπορικές εταιρίες στην περιοχή, και κατ' επέκταση να μειωθούν οι διεθνείς μετακινήσεις. Στον αντίποδα όμως αυτών των γεγονότων, υπήρξε θεαματική άνοδος στις μετακινήσεις εντός των χωρών αυτών. Επιπλέον, υπήρξε απελευθέρωση στη ρυθμιστική πολιτική της Ρωσίας, η οποία εμπόδιζε την ανάπτυξη εταιριών χαμηλού κόστους στην περιοχή.

Στα πλαίσια της βελτίωσης της οικονομικής και πολιτικής κατάστασης, που προβλέπεται για αυτές τις χώρες, η διεθνής επιβατική κίνηση θα αυξηθεί με ρυθμό 4,8% ετησίως για τα επόμενα είκοσι χρόνια. Αυτή η άνοδος προβλέπεται πρόσθετα με την άνοδο στις εγχώριες αερομεταφορές, που έχει ήδη αρχίσει και θα συνεχίσει με την ίδια δυναμική.

Όσον αφορά τη Μέση Ανατολή, η κατάσταση φαντάζει ιδανική, καθώς αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους συμμάχους της αεροπορικής βιομηχανίας. Η πετρελαιϊκή παραγωγή των Χωρών σε αυτή την περιοχή συνεχίζει να αποτελεί πηγή εσόδων. Επιπλέον οι συμφωνίες για το πυρηνικό πρόγραμμα του Ιράν αποτελούν τεράστια προοπτική για την περιοχή. Ως επακόλουθο, προβλέπεται αύξηση του Α.Ε.Π κατά 3,6% ανά έτος για τα επόμενα είκοσι χρόνια και 4% για το Ιράν.

Οι αεροπορικές εταιρίες στην περιοχή ήδη έχουν μερίδιο 30% στην αγορά της Ευρώπης ως προς τις μετακινήσεις από και προς την Ασία. Κρίσιμο ρόλο διαδραματίζει και η γεωγραφική θέση της Μέσης Ανατολής, καθώς αποτελεί σταυροδρόμι τριών Ηπείρων και μπορεί εύκολα να αποτελέσει κέντρο μετεπιβιβάσεων μεταξύ Ευρώπης, Ασίας και Αφρικής.

Τέλος, η Αφρική αποτελεί μια ανερχόμενη αγορά, καθώς για τα επόμενα είκοσι χρόνια προβλέπεται ετήσια αύξηση του Α.Ε.Π κατά 3,6% και ετήσια αύξηση στον αριθμό των

εναέριων μεταφορών κατά 6,1% ετησίως. Βασικό παράγοντα αποτελεί η προβλεπόμενη αστικοποίηση τα επόμενα χρόνια, με τη δημιουργία νέων μεγαλουπόλεων, κυρίως στην κεντρική Αφρική.

Αν και οι επιβατικές ροές μεταξύ Ευρώπης-Αφρικής αποτελούν το κυρίαρχο κομμάτι της αγοράς, και θα συνεχίσουν να το αποτελούν, η αύξησή τους θα είναι της τάξης του 4,7% ετησίως. Αντίθετα, οι επιβατικές ροές εντός Αφρικής και Αφρικής-Μέσης Ανατολής, παρουσιάζουν εντυπωσιακές αυξήσεις της τάξης του 6,9% και 7,1% ετησίως.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, αυτές οι τρεις περιοχές εμφανίζουν ενδιαφέρον και αξίζει να αναλυθούν εκτενέστερα, ώστε να βρεθούν ευκαιρίες και προοπτικές για τη δημιουργία νέων συνδέσεων. Επιπλέον, η αυξανόμενη αυτή επιβατική κίνηση πρέπει να αναλυθεί ως προς τη δυνατότητα να εξυπηρετηθεί από τις υπάρχουσες δομές, καθώς και τη δυνατότητα των χωρών να επωφεληθούν από τις μεταβολές αυτές.

Υπόλοιπος κόσμος

Είναι προφανές πως πέρα από τις προαναφερθείσες περιοχές, που παρουσιάστηκαν πιο αναλυτικά, δεν είναι αυτές οι μόνες που παρουσιάζουν ενδιαφέρον. Όπως φαίνεται και από τα στατιστικά στοιχεία και τις προβλέψεις που αναλύθηκαν, οι προοπτικές σε αγορές, όπως στις εγχώριες αερομεταφορές στην Κίνα, στην Ινδία καθώς και διεθνείς μεταξύ Ευρώπης – Ανατολικής Ασίας, είναι τεράστιες. Επίσης, η Ήπειρος της Αμερικής εμφανίζει πολλές δυνατότητες για εξέλιξη στον τομέα, τόσο η Βόρεια όσο και η Νότια, παρά τα διαφορετικά χαρακτηριστικά τους.

Παρόλα αυτά, δεν θα παρουσιαστούν ενδελεχώς στην παρούσα έρευνα, καθώς το κύριο ενδιαφέρον της επικεντρώνεται στον ελλαδικό χώρο. Αυτό συμβαίνει, λόγω της μεγάλης απόστασης, καθώς και της μικρής δυναμικής της Ελλάδας στον τομέα των αερομεταφορών, οι επιρροές των μεταβολών σε αυτές τις περιοχές να έχουν μηδαμινό αντίκτυπο στην Ελλάδα. Αυτό θα γίνει εμφανές και παρακάτω, καθώς θα παρουσιαστεί εκτενέστερα η θέση, και η δυναμική της Ελλάδας στον κλάδο των αερομεταφορών.

Οι εξελίξεις στο αεροπορικό φορτίο (Air Cargo)

Μετά από μια περίοδο στασιμότητας, που ακολούθησε την παγκόσμια οικονομική επιβράδυνση, από τα τέλη του 2013, η κίνηση του αεροπορικού φορτίου άρχισε να ανακάμπτει. Η αύξηση αυτή συνεχίστηκε και το 2014, καθώς και το πρώτο τρίμηνο του 2015, που παρουσιάστηκε αύξηση της τάξης του 5%. Παρόλα αυτά, το δεύτερο τρίμηνο του 2015, το παγκόσμιο εμπόριο και η παραγωγή υποχώρησαν, με αποτέλεσμα να επιβραδυνθεί η αύξηση του αεροπορικού φορτίου και το έτος να κλείσει με συνολική ανάπτυξη 2%.

Η κατάσταση αυτή θεωρήθηκε προσωρινή. Η παγκόσμια οικονομία και η παραγωγή, που αποτελούν κύριους δείκτες για την εναέρια μεταφορά φορτίου, όπως αναφέρθηκε και με συγκεκριμένα παραδείγματα παραπάνω, πρόκειται να επιστρέψουν σε

μακροπρόθεσμους ρυθμούς ανάπτυξης από το 2017. Με τη σειρά του, το αεροπορικό φορτίο θα αυξηθεί τα επόμενα χρόνια, οδηγώντας σε βελτιώσεις στο ισοζύγιο και την απόδοση της χωρητικότητας των αεροσκαφών.

Σήμερα υπάρχει συνεχής ζήτηση για ταχύτητα και αξιοπιστία, οι οποίες αποτελούν και βασικά χαρακτηριστικά της εναέριας μεταφοράς φορτίων. Οι εταιρίες που προσφέρουν προϊόντα, υψηλής ευαισθησίας στο χρόνο και υψηλής χρηματικής αξίας, όπως φαρμακευτικά προϊόντα, αναλώσιμα, ηλεκτρονικά είδη, θα συνεχίσουν να αποτελούν μεγάλο ποσοστό στο εναέριο φορτίο. Επιπλέον, η αναδιάρθρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας, προκειμένου να εξυπηρετηθεί η ταχεία αύξηση του ηλεκτρονικού εμπορίου, απαιτεί τις δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει η εναέρια μεταφορά φορτίων, και προσφέρει ένα καινούργιο τομέα για ανάπτυξη.

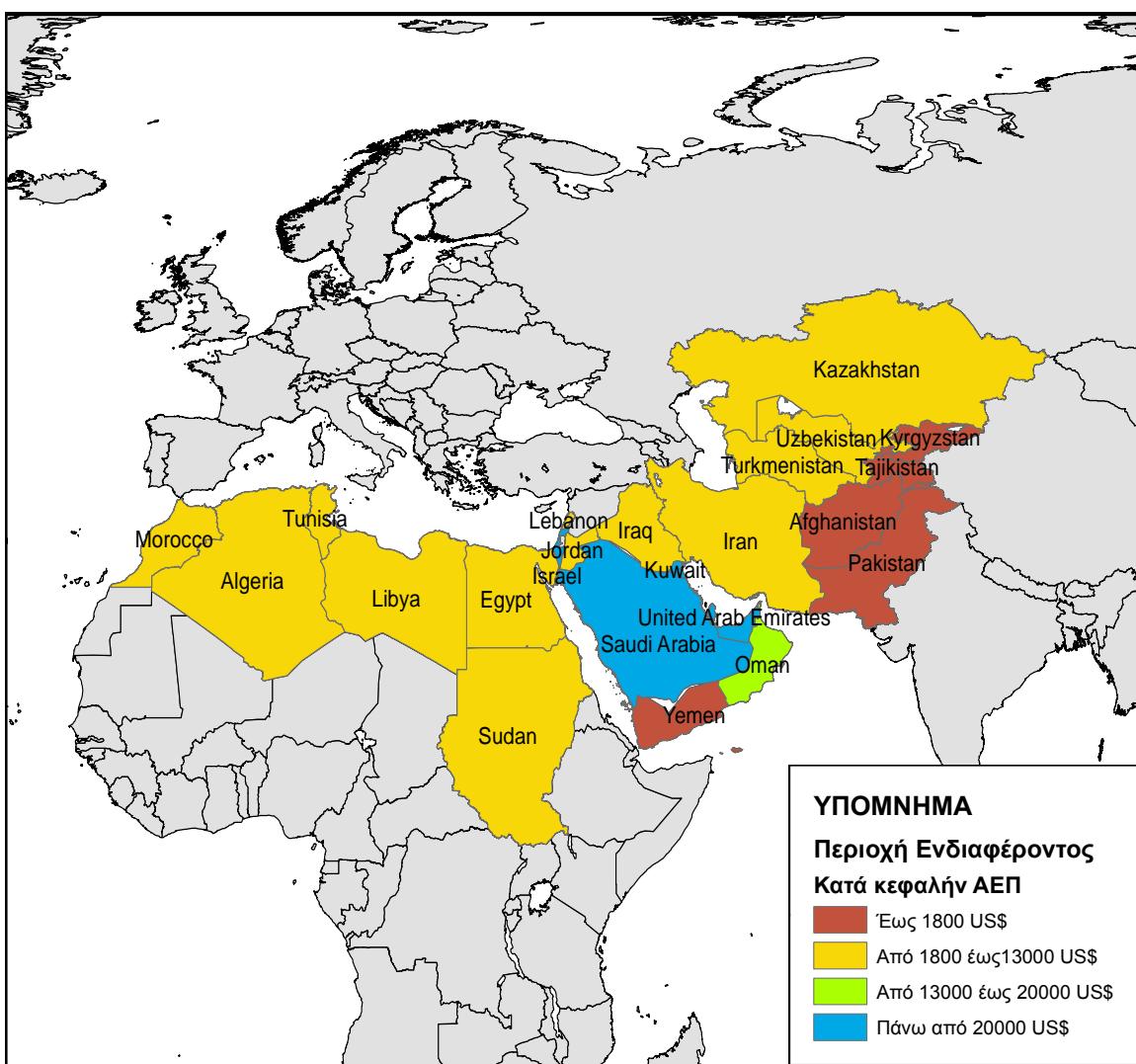
Το αεροπορικό φορτίο μπορεί να μεταφερθεί τόσο από τα επιβατικά αεροσκάφη, όσο και από ειδικά φορτηγά αεροσκάφη. Η μειωμένη χωρητικότητα φορτίου σε επιβατικά αεροσκάφη έχει αυξηθεί, καθώς οι αεροπορικές εταιρίες αναπτύσσουν νέα αεροσκάφη με εξαιρετικές δυνατότητες χωρητικότητας, όπως το Boeing 777-300ER. Ωστόσο, η αξιοπιστία, στο χρόνο και στην ποιότητα, που προσφέρουν οι εταιρίες που ειδικεύονται στην αερομεταφορά φορτίου είναι πολύ μεγαλύτερη από τις επιβατικές εταιρίες. Για αυτό το λόγο, προβλέπεται πως θα εξακολουθούν να μεταφέρουν παραπάνω από το 50% του συνολικού παγκόσμιου αεροπορικού φορτίου.

Τέλος, προβλέπεται η παγκόσμια κυκλοφορία σε τόνους-χιλιόμετρα (ισούται με τον συνολικό αριθμό τόνων πολλαπλασιασμένων με το σύνολο των χιλιόμετρων που μεταφέρθηκαν) να αυξηθεί κατά μέσο όρο 4,2% ετησίως για τα επόμενα 20 χρόνια. Το γεγονός αυτό φαντάζει εφικτό, καθώς τις τελευταίες τρείς δεκαετίες, παρά τις εξωγενείς διαταραχές από πολιτικά και οικονομικά γεγονότα και φυσικές καταστροφές, η παγκόσμια κυκλοφορία του αεροπορικού φορτίου αυξήθηκε 5,2% ετησίως.

Αρ.	Αεροδρόμιο	Κωδικός IATA	Κωδικός ICAO	Φορτίο 2014 (τόνους)	Αύξηση 2014 /2013 (%)	Χώρα
1	Hong Kong International Airport Kai Tak	HKG	VHHX	4376000	6,2	Χονγκ Κονγκ
2	Memphis International Airport	MEM	KMEM	4258530	2,9	Υ.Π.Α
3	Shanghai Hongqiao International Airport	SHA	ZSSS	3613830	7,4	Κίνα
4	Incheon International Airport	ICN	RKSI	3243110	4,7	Νότια Κορέα
5	Shanghai Pudong International Airport	PVG	ZSPD	3181654	8,6	Κίνα
6	Ted Stevens Anchorage International Airport	ANC	PANC	2492754	3,0	Υ.Π.Α

7	Dubai International Airport	DXB	OMDB	2367574	-2,8	Υ.Α.Ε
8	Louisville International Standiford Field	SDF	KSDF	2293134	3,5	Υ.Π.Α
9	Bowman Field	LOU	KLOU	2293134	3,5	Υ.Π.Α
10	Los Angeles International Airport	LAX	KLAX	2249991	3,9	Υ.Π.Α
11	Narita International Airport	NRT	RJAA	2137700	5,8	Ιαπωνία
12	Taiwan Taoyuan International Airport	TPE	RCTP	2132255	6,4	Ταϊβάν
13	Frankfurt am Main International Airport	FRA	EDDF	2131975	1,8	Γερμανία
14	Charles de Gaulle International Airport	CDG	LFPG	2086487	0,8	Γαλλία
15	Miami International Airport	MIA	KMIA	1998782	2,8	Υ.Π.Α

Πίνακας 5.5 : Τα 15 μεγαλύτερα αεροδρόμια για μεταφορά αεροπορικού φορτίου. // Πηγή : [71]

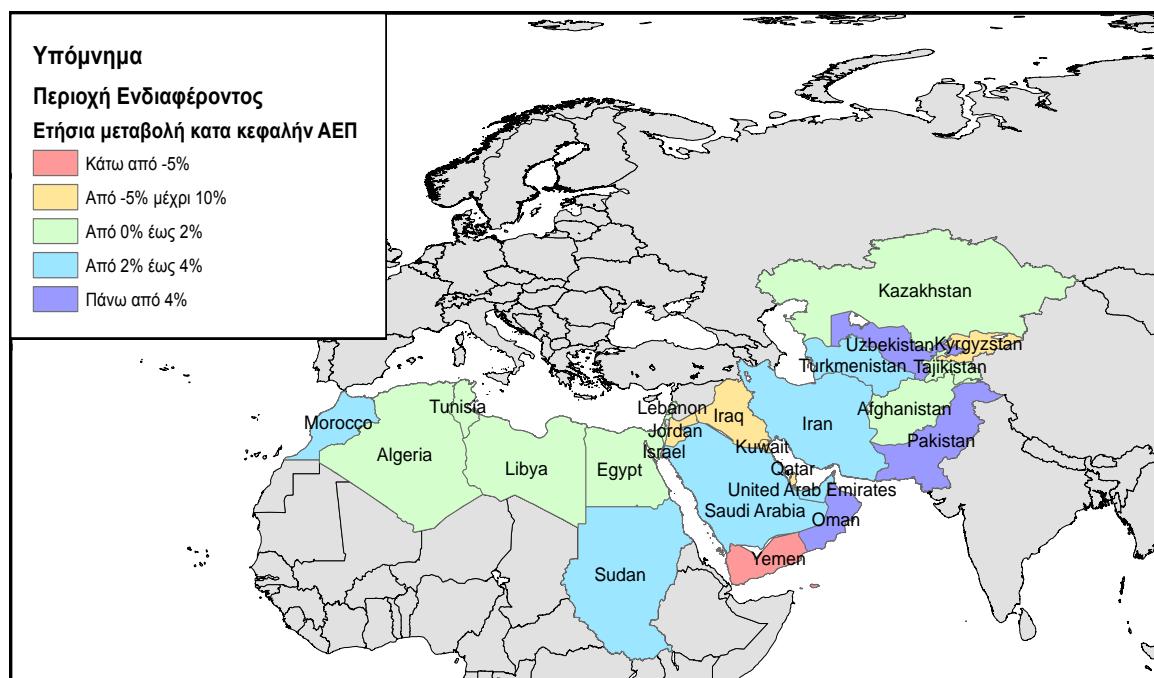


Χάρτης 5.2: Οικονομικές συνθήκες στη περιοχή

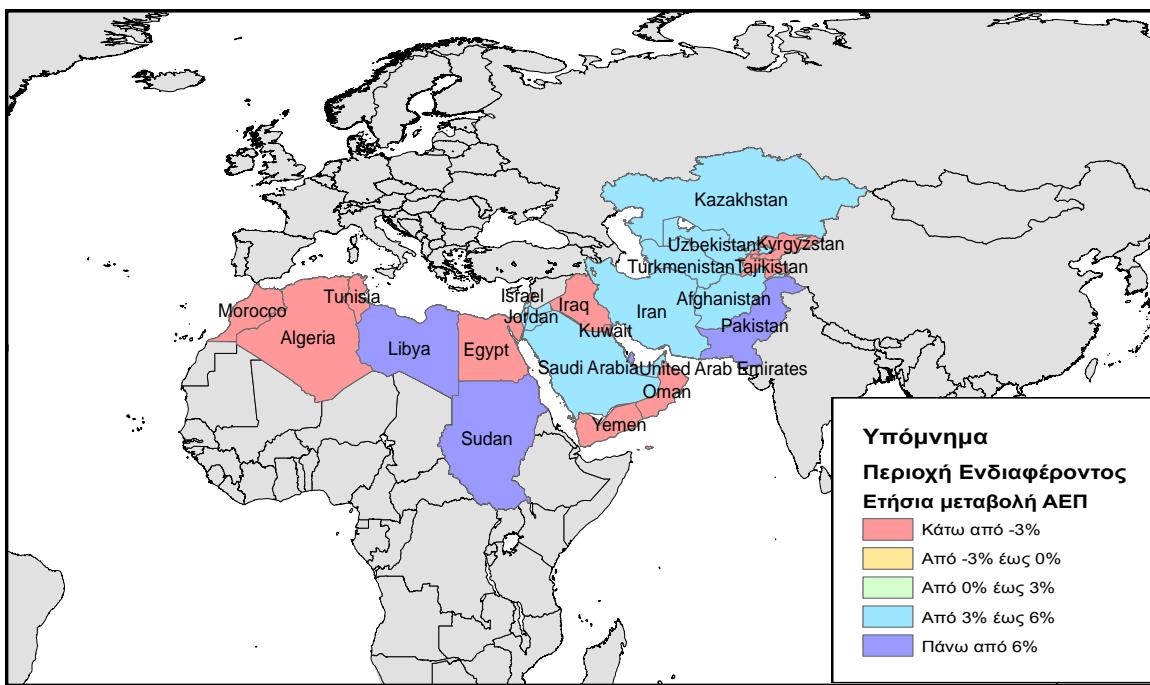
ΑΣΤΙ - Αριστούμενος ταξιοιων ανα ατομο

Η περιοχή ενδιαφέροντος, αποτελείται κατά κύριο λόγο από χώρες που ανήκουν στη μεσαία εισοδηματική κλάση, καθώς και κάποιες στη χαμηλή. Όπως είναι γνωστό, στις χώρες που οι πολίτες τους δεν έχουν υψηλό εισόδημα, ο καταλυτικότερος παράγοντας για την αύξηση της επιβατικής κίνησης, είναι η αύξηση του ΑΕΠ. Οι υπόλοιποι παράγοντες εισέρχονται σε δευτερεύοντα ρόλο όταν πρόκειται να αναφερθούμε σε αναπτυσσόμενες χώρες. Η διαχωρισμός έγινε με βάση τον πίνακα της IATA που ορίζει τις παραπάνω εισοδηματικές κλάσεις και τα όρια βάσει του κατά κεφαλήν ΑΕΠ.

Στο γενικό αυτό κανόνα, παρατηρείται, ότι δεν εντάσσονται οι χώρες του Αραβικού κόλπου, και πιο συγκεκριμένα η Σαουδική Αραβία, το Κατάρ και το Κουβέιτ, ενώ σχετικά υψηλό εισόδημα έχει το Ομάν.



Χάρτης 5.3 :Πρόβλεψη για την μεταβολή του κατά κεφαλήν ΑΕΠ έως το 2020



Χάρτης 5.4: Πρόβλεψη για την μεταβολή του ΑΕΠ έως το 2020

Με βάση τις βραχυχρόνιες προβλέψεις της «Trading Economics» για το 2020, στην περιοχή θα υπάρχει γενικά μια αύξηση του ΑΕΠ, αλλά δεν ισχύει για όλες τις χώρες. Βάσει των προβλέψεων για το ΑΕΠ των παραπάνω χωρών, η Αίγυπτος, η Υεμένη, το Ιράκ, η Αλγερία, το Μαρόκο, η Τυνησία το Κιργιστάν και το Τατζικιστάν, δεν θα παρουσιάσουν άμεσα ανοδική πορεία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το αεροπορικό φορτίο να μην παρουσιάζει ιδιαίτερες ελπίδες για αύξηση. Όσον αφορά το κατά κεφαλήν ΑΕΠ που αποτελεί καλό δείκτη για τις επιβατικές μεταφορές, παρατηρείται ότι θα αυξηθεί στην πλειοψηφία των χωρών εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις (Υεμένη, Ιράκ, Κιργιστάν, Ιορδανία).

Συνεπώς, οι χώρες που θα έχουν αυξήσεις στην επιβατική κίνηση και στο εμπορευματικό φορτίο, ως άμεσο επακόλουθο της αύξησης του ΑΕΠ και του κατά κεφαλήν ΑΕΠ, οι οποίες εμφανίζονται στον παραπάνω χάρτη με μπλε χρωματισμούς, και σε συνδυασμό με την χαμηλή εισοδηματική τους κλάση, είναι οι εξής: Λιβύη, Σουδάν, Ιράν, Τουρκμενιστάν, Καζακστάν, Ουζμπεκιστάν, Αφγανιστάν και Πακιστάν. Από την άλλη το Κιργιστάν, η Υεμένη και το Ιράκ δεν θα έχουν άμεση αύξηση σε κανέναν από τους δύο δείκτες.

Όμοιες παρατηρήσεις γίνονται και με βάση τα δεδομένα από την Airbus για την εξέλιξη του κατά κεφαλήν ΑΕΠ σε συσχετισμό με την αύξηση του αριθμού ταξιδιών ανά άτομο. Επιπλέον, σε αυτές τις προβλέψεις, που είναι ανά έτος μέχρι το 2037 παρατηρείτε ότι μέχρι τότε όλες οι χώρες θα παρουσιάσουν αύξηση.

Έτος	Χώρα	Κατά κεφαλήν ΑΕΠ	Ταξίδια ανά άτομο	Έτος	Χώρα	Κατά κεφαλήν ΑΕΠ	Ταξίδια ανά άτομο
2016	Κατάρ	146.308	2,32	2016	Αφγανιστάν	1.869	0,04
2036	Κατάρ	261.643	6,43	2036	Αφγανιστάν	2.932	0,09
2016	Σουδάν	4.225	0,06	2016	Αλγερία	13.730	0,18
2036	Σουδάν	4.926	0,13	2036	Αλγερία	20.087	0,24
2016	Συρία	3.669	0,01	2016	Αίγυπτος	11.537	0,14
2036	Συρία	3.917	0,06	2036	Αίγυπτος	19.784	0,32
2016	Τατζικιστάν	2.703	0,11	2016	Ιράν	16.744	0,15
2036	Τατζικιστάν	3.721	0,22	2036	Ιράν	31.961	0,35
2016	Τυνησία	10.460	0,34	2016	Ιράκ	10.750	0,13
2036	Τυνησία	18.934	0,77	2036	Ιράκ	17.861	0,25
2016	Τουρκμενιστάν	15.940	0,29	2016	Ισραήλ	32.887	1,2
2036	Τουρκμενιστάν	27.030	0,69	2036	Ισραήλ	49.768	2,19
2016	Η.Α.Ε	64.559	2,92	2016	Ιορδανία	10.100	0,46
2036	Η.Α.Ε	100.262	7,13	2036	Ιορδανία	14.277	1,08
2016	Ουζμπεκιστάν	6.243	0,07	2016	Κουβέιτ	76.135	1,59
2036	Ουζμπεκιστάν	9.560	0,17	2036	Κουβέιτ	82.064	2,98
2016	Μαρόκο	7.345	0,23	2016	Κίργιστάν	3.187	0,29
2036	Μαρόκο	12.008	0,45	2036	Κίργιστάν	4.397	0,5
2016	Ομάν	36.417	0,84	2016	Λίβανος	14.821	0,75
2036	Ομάν	46.071	1,8	2036	Λίβανος	26.835	2,3
2016	Πακιστάν	3.980	0,06	2016	Λιβύη	2.704	0,2
2036	Πακιστάν	7.436	0,09	2036	Λιβύη	7.841	0,34

Πίνακας5.4: Πρόβλεψη για την μεταβολή κατά κεφαλήν ΑΕΠ – Κατά κεφαλήν ταξίδια

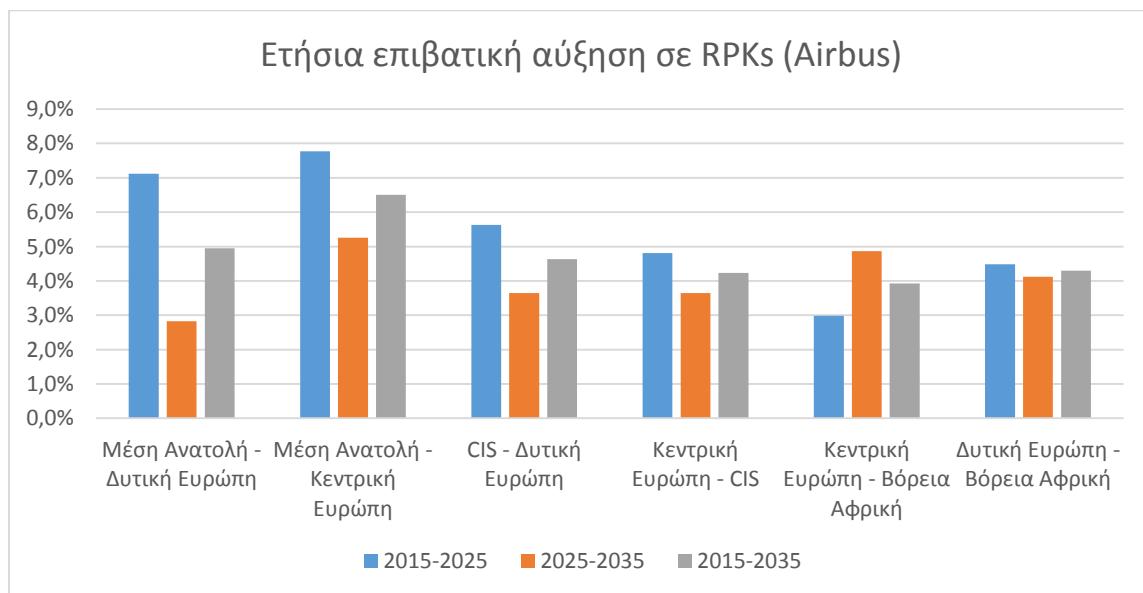
Συμπεράσματα

Η βιομηχανία των αερομεταφορών αποτελεί έναν ιδιαίτερα γόνιμο τομέα για ανάπτυξη και νέες επενδύσεις. Επωφελείται άμεσα της βελτίωσης της οικονομικής κατάστασης σε μια χώρα, αλλά και έχει την τάση να αντιστέκεται σε πολιτικοοικονομικές κρίσεις, όπως έχει δείξει η πορεία της τόσα χρόνια. Το μέλλον φαντάζει ιδανικό για επενδύσεις στον τομέα, καθώς παρουσιάζονται απαιτήσεις για συνεχή εξέλιξη. Οι προοπτικές λοιπόν για κέρδη, τόσο σε εθνικό, όσο και σε ατομικό επίπεδο, μεγεθύνονται, καθώς η ζήτηση αυξάνεται, τόσο στον τομέα των επιβατικών κινήσεων όσο και στον τομέα του αεροπορικού φορτίου.

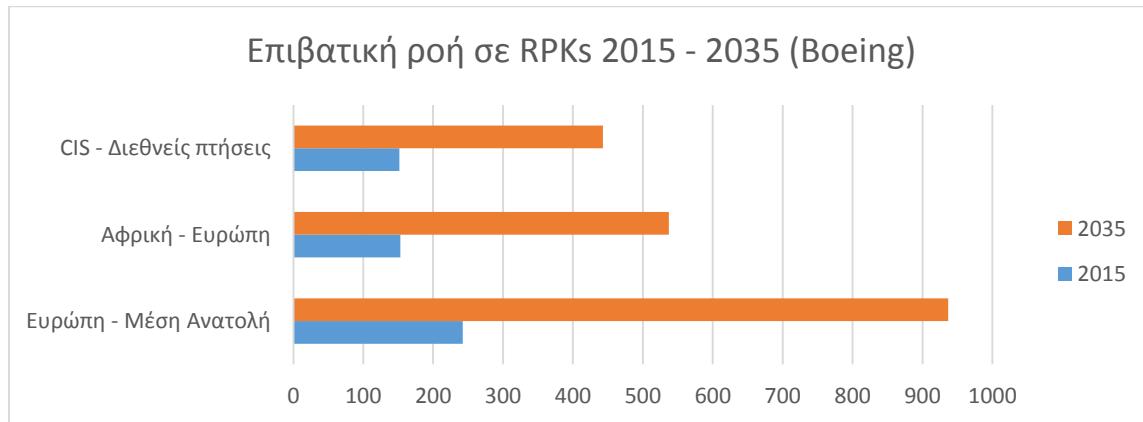
Η Ευρώπη, παρά το γεγονός ότι έχει καλύψει τις βασικές της ανάγκες για αερομεταφορές, δε θα σταματήσει να αυξάνει την επιβατική της κίνηση με αργούς, αλλά σταθερούς, ρυθμούς. Για αυτό η Ελλάδα, ως μέλος αυτής της αγοράς, εμφανίζει την προοπτική να επωφεληθεί εκμεταλλεύμενη και τη γεωγραφική της θέση, και να αποτελέσει ένα κέντρο μετεπιβιβάσεων προς αγορές που προβλέπεται να αναπτυχθούν τα επόμενα χρόνια. Τέτοιες αγορές θα μπορούσαν να είναι, σύμφωνα και με τα παραπάνω δεδομένα, αυτές που βρίσκονται στη Βόρεια Αφρική, στην Κοντινή και Μέση Ανατολή, καθώς και οι χώρες –σταν.

Πιο συγκεκριμένα λοιπόν, με βάση τις παραπάνω έρευνες, τα στοιχεία που έχουν αξία για την παρούσα έρευνα, και μπορούν να καταστούν ποιοτικά είναι τα εξής :

- Για τη Μέση Ανατολή προβλέπεται ετήσια αύξηση του ΑΕΠ 3,6% (στο Ιράν 4%) και 5,4% ετήσια αύξηση των μετακινήσεων μεταξύ αυτής και της Ευρώπης. Ένα ποσοστό της τάξης του 80% του όγκου των μετακινήσεων να είναι μεταξύ Δυτικής Ευρώπης και Μέσης Ανατολής.
- Μεταξύ Ευρώπης και Αφρικής οι ροές επιβατών θα αυξηθούν κατά 4,7% με το μεγαλύτερο τμήμα της αύξησης να έρχεται από την κεντρική Αφρική.
- Για της χώρες –σταν οι διεθνείς επιβατικές πτήσεις θα αυξηθούν κατά 4,8% ανά έτος.
- Το αεροπορικό φορτίο θα αυξάνεται κατά 4,2% ετησίως για τα επόμενα 20 χρόνια.



Διάγραμμα 5.3 : Προβλέψεις ζήτησης // Πηγή : [40]



Διάγραμμα 5.4 : Προβλέψεις ζήτησης // Πηγή : [2]

5.4 Εκτίμηση και αξιολόγηση ανταγωνισμού

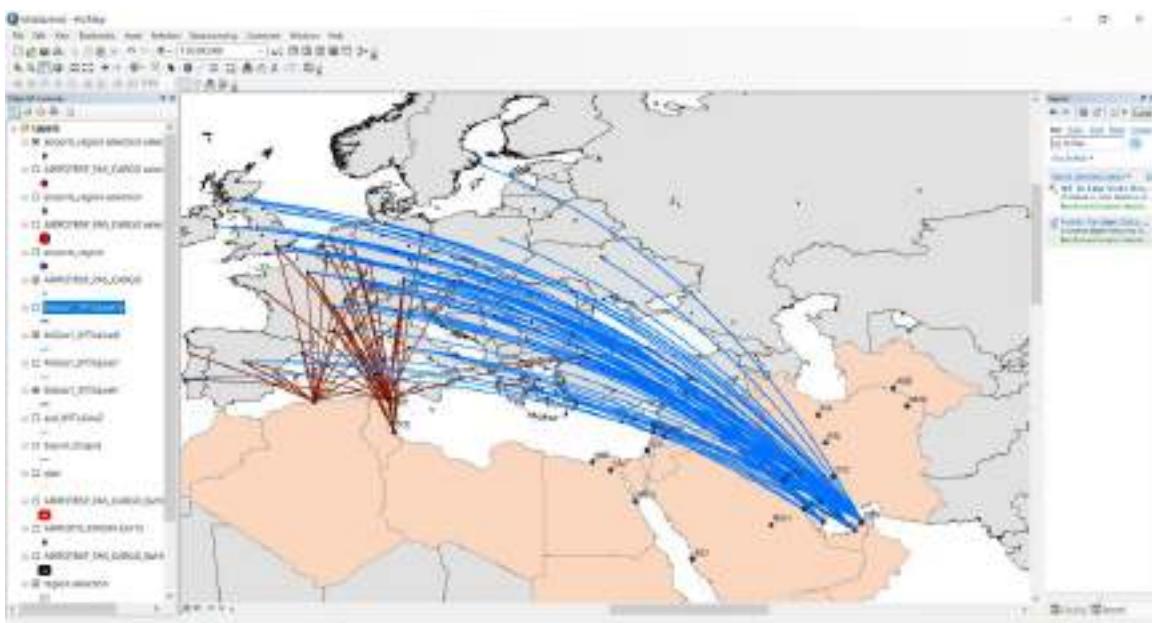
Για την περαιτέρω αξιολόγηση της περιοχής ως προς τη συνδεσιμότητά της με την Ευρώπη, εντοπίστηκαν οι συνδέσεις των αεροδρομίων με τα αεροδρόμια της Ευρώπης.

Με βάση τις διαθέσιμες συνδέσεις παρατηρείται ότι κάποια από τα αεροδρόμια αυτά έχουν ήδη ένα τεράστιο αριθμό απευθείας πτήσεων προς διάφορες μεγάλες ευρωπαϊκές πόλεις. Όπως φαίνεται στον πίνακα και στον χάρτη 5.4 και στο χάρτη 5.5, τα αεροδρόμια του Περσικού κόλπου έχουν μεγάλο αριθμό απευθείας πτήσεων, γεγονός που δεν αποτελεί έκπληξη, καθώς και οι αντίστοιχες αεροπορικές εταιρίες που εδράζονται εκεί έχουν τεράστιο μέγεθος στόλου. Με τόσο μεγάλη προσφορά σε απευθείας πτήσεις, η διερεύνηση της δημιουργίας μια πτήσης με μετεπιβίβαση στο «Ελ. Βενιζέλος» δεν κρίνεται ιδιαίτερα σκόπιμη.

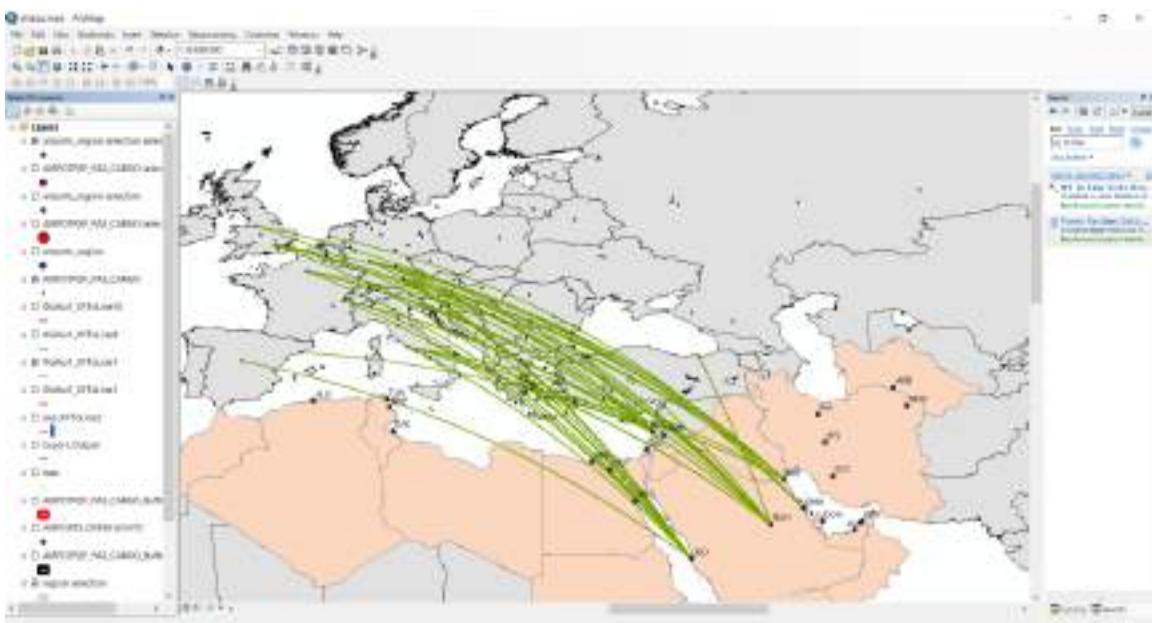
Αεροδρόμιο	Κωδικός IATA	Αριθμός συνδέσεων με Ευρώπη
H.A.E		
Abu Dhabi International Airport	AUH	15
Dubai International Airport	DXB	36
Αλγερία		
Houari Boumediene Airport	ALG	17
Άιγυπτος		
Borg El Arab International Airport	HBE	2
Cairo International Airport	CAI	20
Hurghada International Airport	HRG	14
Ισραήλ		
Ben Gurion International Airport	TLV	53
Ιράν		
Esfahan Shahid Beheshti International Airport	IFN	1
Imam Khomeini International Airport	IKA	10
Mashhad International Airport	MHD	1
Shiraz Shahid Dastghaib International Airport	SYZ	1
Κουβέιτ		
Kuwait International Airport	KWI	8
Λιβύη		
Beirut Rafic Hariri International Airport	BEY	10
Σαουδική Αραβία		
King Abdulaziz International Airport	JED	11
King Fahd International Airport	DMM	2
King Khaled International Airport	RUH	13
Τουρκμενιστάν		
Ashgabat Airport	ASB	3

Τυνησία		
Djerba Zarzis International Airport	DJE	9
Enfidha - Hammamet International Airport	NBE	6
Tunis Carthage International Airport	TUN	20
Κατάρ		
Hamad Airport	DOH	33

Πίνακας 5.9 : Συνδέσεις με Ευρωπαϊκά Αεροδρόμια



Εικόνα 5.4 : Συνδέσεις με Ευρωπαϊκά Αεροδρόμια

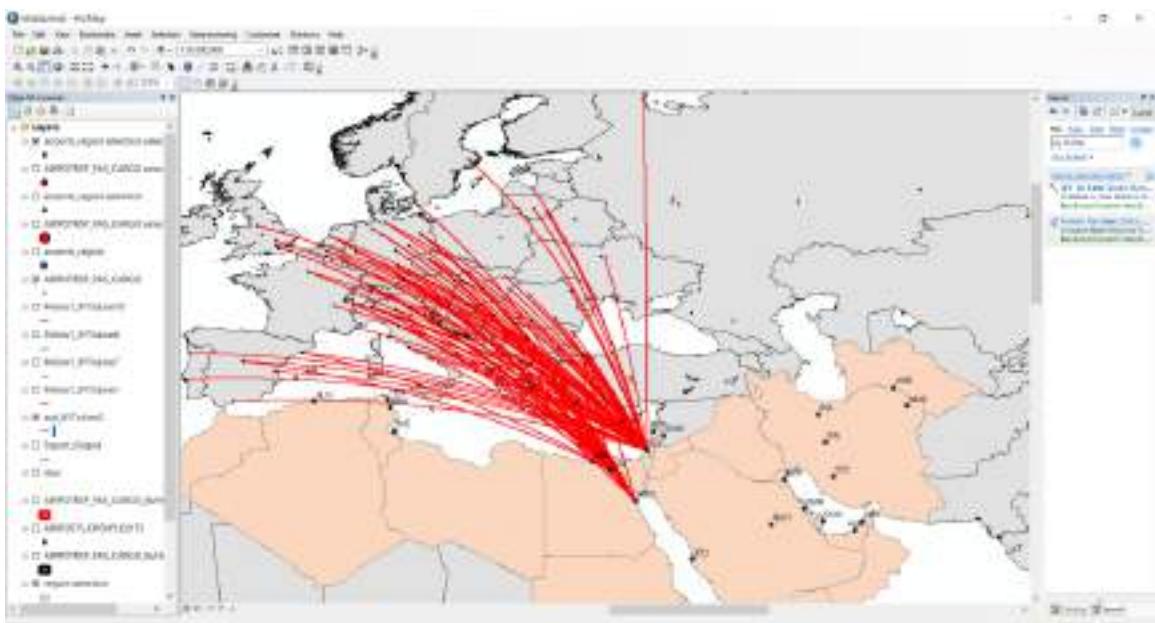


Εικόνα 5.5 : Συνδέσεις με Ευρωπαϊκά Αεροδρόμια

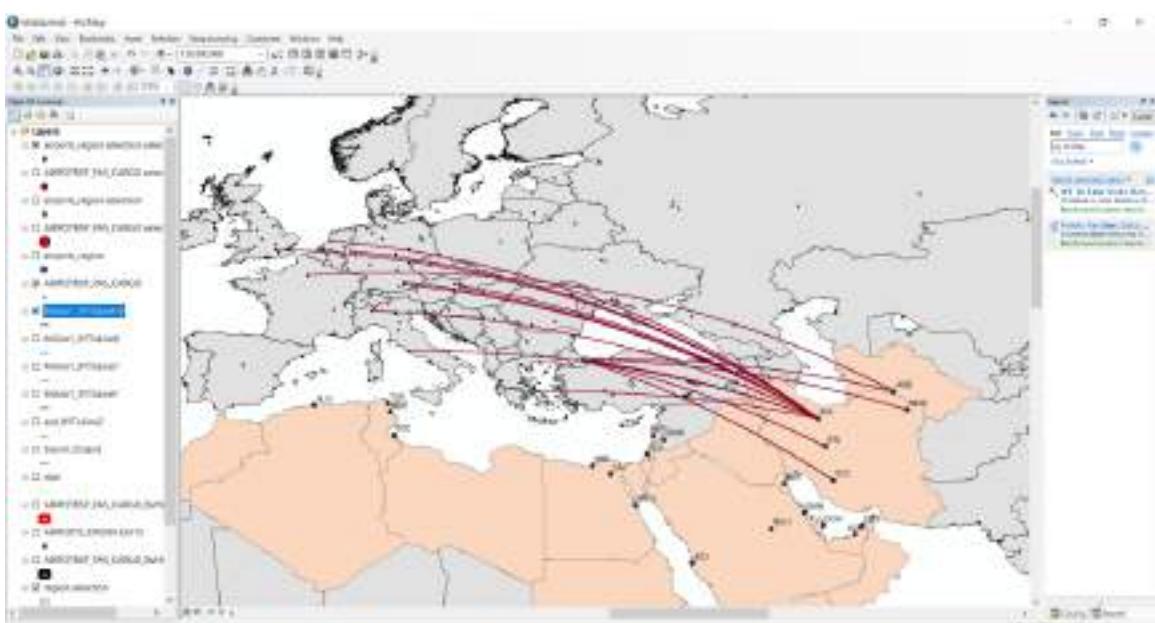
Παρόμοια κατάσταση επικρατεί και στις χώρες Αίγυπτο, Ισραήλ και Λιβύη, καθώς ειδικά για το αεροδρόμιο του «Τελ – Αβίβ» υπάρχουν 53 διαθέσιμες συνδέσεις με ευρωπαϊκές πόλεις.(Χάρτης 5.4)

Όσον αφορά τις χώρες Τυνησία και Αλγερία, παρουσιάζουν αρκετά καλή κάλυψη από τα αεροδρόμια της Δυτική Ευρώπης. Χώρες όπως η Ισπανία, η Γαλλία, η Γερμανία και η Ιταλία προσφέρουν απευθείας συνδέσεις με αυτά τα αεροδρόμια. Η Ελλάδα, από την πλευρά της, μειονεκτεί ως προς την γεωγραφική της θέση, καθώς μία πτήση από μία μεγάλη ευρωπαϊκή πόλη με μετεπιβίβαση στο «Ελ. Βενιζέλος» παρουσιάζεται ασύμφορη και καθόλου ανταγωνιστική.

Οι δύο χώρες που παρουσιάζουν μικρό σχετικά αριθμό συνδέσεων είναι το Ιράν και το Τουρκμενιστάν. Δύο χώρες, για τις οποίες στο άμεσο μέλλον προβλέπεται αύξηση και των δύο οικονομικών δεικτών, όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 5.3.. Θα επιλεχθούν λοιπόν τα αεροδρόμια της «Τεχεράνης» και της «Ασγκαμπάτ».



Εικόνα 5.6 : Συνδέσεις με ευρωπαϊκά Αεροδρόμια



Εικόνα 5.7 : Συνδέσεις με ευρωπαϊκά Αεροδρόμια

Για το αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος» υπάρχουν 11 διαθέσιμες συνδέσεις προς τα αεροδρόμια αυτής της περιοχής. Κατά συνέπεια, η προοπτική να αποτελέσει σταθμό μετεπιβιβάσεων μεταξύ αυτής της περιοχής και της Ευρώπης, είναι εφικτό. Ένα ανταγωνιστικό αεροδρόμιο που εντοπίστηκε είναι το αεροδρόμιο «Atatürk» της Κωνσταντινούπολης, το οποίο εξυπηρετεί 12 αεροδρόμια της περιοχής, ενώ τα αεροδρόμια της Βόρειας Ευρώπης που συνδέονται με αυτά είναι το «Heathrow» στο

Λονδίνο, καθώς και το αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης, με 12 και 11 αεροδρόμια της περιοχής αντίστοιχα.

Βάσει της οπτικής της συγκεκριμένης έρευνας, το αεροδρόμιο «Atatürk» σε συνδυασμό με την αεροπορική εταιρία «Turkish airlines» αποτελούν άμεσο ανταγωνιστή για την Ελλάδα, καθώς έχουν την δυνατότητα να προσφέρουν ένα κόμβο μετεπιβιβάσεων μεταξύ Ευρώπης και της περιοχής μελέτης, καθώς και των δύο αεροδρομίων που επιλέχτηκαν για περαιτέρω ανάλυση. Παρατηρείται ότι η σύνδεση μεταξύ του αεροδρομίου αυτού και των δύο παραπάνω ήδη υπάρχει.

Αεροσκάφη	Αριθμός	Αριθμός θέσεων	Τυπική ακτίνα (σε χιλιόμετρα) (100% πληρότητα σε Επιβάτες και αποσκευές)
Airbus Industries	172		
A319	14	124	5700
A320	29	150	6400
A321	66	185	5900
A332	28	247	13400
A333	31	277	11700
A343	4	277	13500
Boeing	124		
B737	1	128	5400
B738	76	160	6000
B739	15	177	5200
B77W	32	451	13650

Πίνακας 5.10 : Στόλος της Turkish Airlines

Ο στόλος της «Turkish Airlines» αποτελείται από πάρα πολλά αεροσκάφη σε σχέση με τις Ελληνικές Αεροπορικές Εταιρίες. Τα αεροσκάφη τους είναι κατά πλειοψηφία «Airbus 321» και «Boeing 737-800» που έχουν παρόμοια ακτίνα με τα «Airbus 320». Η ακτίνα για τα αεροσκάφη «Boeing 737-800» με θεωρήσεις για μέγιστο βάρος απογείωσης, καθώς και με 100% πληρότητα σε επιβάτες χωρίς επιπλέον φορτίο, υπολογίστηκε στα 6000 και 3700 χιλιόμετρα αντίστοιχα. Επιπλέον, το μήκος αναφοράς του αεροσκάφους ισούται με 2090 μέτρα και είναι κατηγορίας 4C, οπότε απαιτεί πλάτος διαδρόμου τουλάχιστον 45 μέτρα. Παρατηρείται ότι, μετά τους υπολογισμούς μπορεί να εξυπηρετήσει όλα τα αεροδρόμια, ακόμα και με συνθήκες μέγιστου βάρους σχεδιασμού μηδενικού καυσίμου (MZFW). Δηλαδή, έχει την δυνατότητα να μεταφέρει και επιβάτες και φορτίο στο μέγιστο των δυνατοτήτων του.(Εικόνα 5.8)



Εικόνα 5.8 : Επεξεργασία δεδομένων σε περιβάλλον GIS – Boeing 737-800

Όσον αφορά το αεροδρόμιο «Atatürk», αποτελείται από 3 διαδρόμους και ο βαθμός χρήσης υπολογίστηκε στο 0,80, γεγονός που δείχνει ότι το συγκεκριμένο αεροδρόμιο λειτουργεί πολύ κοντά στη μέγιστη χωρητικότητά του. Αυτό το γεγονός, καθιστά δύσκολη την αύξηση των αεροσκαφών που εξυπηρετεί ετησίως, με προέκταση την δυσκολία ανάπτυξης νέων συνδέσεων προς την περιοχή ενδιαφέροντος και ειδικότερα προς αυτά τα δύο αεροδρόμια.

Το ίδιο πρόβλημα παρατηρείται και στο αεροδρόμιο του Heathrow, καθώς λειτουργεί στα όρια της χωρητικότητάς (βαθμός χρήσης συστήματος διαδρόμων 0,97) του και η προσθήκη απευθείας πτήσεων, προς αυτά τα αεροδρόμια, θα αποτελέσει επιπλέον επιβάρυνση της ήδη υπάρχουσας κατάστασης.

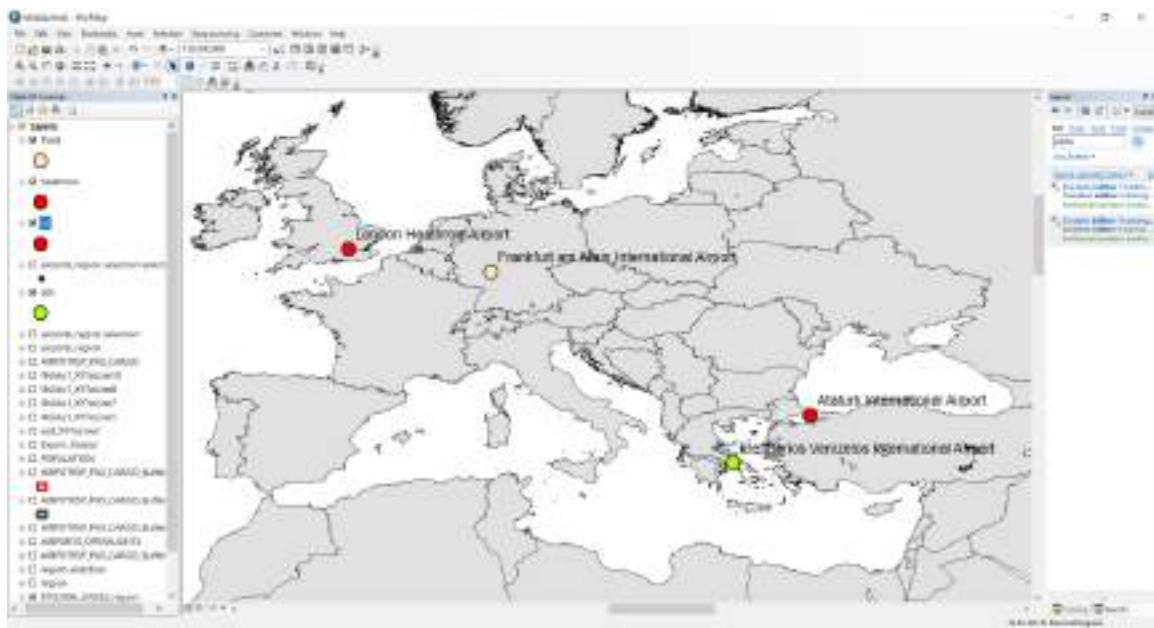
Όσον αφορά το αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης, λόγω της περύπλοκης διάταξης, η εκτίμηση για την ετήσια χωρητικότητα μπορεί να μην είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική. Ωστόσο, αν και ο υπολογισμός της έγινε ιδιαίτερα συντηρητικά, με σκοπό να μην αξιολογηθεί πέρα από τις δυνατότητές της, υπάρχει ακόμα η δυνατότητα εξυπηρέτησης μεγαλύτερου όγκου αεροσκαφών, με το βαθμό χρήσης διάταξης διαδρόμων να είναι στο 0,67.(Εικόνα 5.13, Πίνακας 5.10, Πίνακας 5.11)

Αεροδρόμιο	Χώρα	Κωδικός ICAO	Κωδικός IATA	Αριθμός διαδρόμων	Διάταξη διαδρόμων	Εκπυάμενη χωρητικότητα (μετακινήσεις ανά έτος)
Ataturk	Τουρκία	LTBA	IST	3	B + J + V	612000
Eleftherios Venizelos	Ελλάδα	LGAV	ATH	2	D	488000
Frankfurt	Γερμανία	EDDF	FRA	4	E2 + A	700000
Heathrow	Αγγλία	EGLL	LHR	2	D	488000

Πίνακας 5.11 : Ανταγωνιστικά αεροδρόμια (1)

Αεροδρόμιο	Επιβότες	Εμπόρευμα για το 2014 (τόνους)	Έτος	Επήσες Μετακίνησες Αεροσκαφών	Εκπυάμενη χωρητικότητα (μετακινήσεις ανά έτος)	Βαθμός χρησιμοποίησης διάταξης διαδρόμων
Ataturk	60119215	793914	2016	500000	612000	0,82
Eleftherios Venizelos	19960942	77340	2016	205000	488000	0,42
Frankfurt	60786937	2131975	2016	469026	700000	0,67
Heathrow	75703298	1588476	2016	472611	488000	0,97

Πίνακας 5.12 : Ανταγωνιστικά αεροδρόμια (2)



Εικόνα 5.9 : Ανταγωνιστικά αεροδρόμια

Τέλος, όσον αφορά τις αεροπορικές που εδράζονται στα αεροδρόμια του Λονδίνου(LHR) και της Φρανκφούρτης(FRA), αυτές είναι η «British Airways» και η «Lufthansa Airlines». Οι στόλοι τους αποτελούνται από μεγάλο αριθμό αεροσκαφών. Έτσι υπάρχουν αεροσκάφη που μπορούν να συνδέσουν τα αεροδρόμια που εδράζονται με τα αεροδρόμια της περιοχής που εξετάζεται. Παρόλα αυτά, αυτής της δυναμικής αεροσκάφη δεν αποτελούν την πλειοψηφία του στόλου τους.

Αεροσκάφη	Αριθμός	Αριθμός θέσεων (100% πληρότητα σε επιβάτες και αποσκευές)	Τυπική ακτίνα (σε χιλιόμετρα)
Airbus Industries	228		
A319	30	124	6900
A320	66	150	5700
A321	64	185	5900
A333	19	277	11760
A343	10	277	13500
A346	24	326	14450
A359	1	325	14700
A388	14	544	15200
Boeing	39		
B733	7	108	3815
B744	13	524	14200
B748	19	410	14320
Cessna	5		
C525	5		

Πίνακας 5.13 : Στόλος της Lufthansa Airlines

Αεροσκάφη	Αριθμός	Αριθμός Θέσεων	Τυπική ακτίνα (σε χιλιόμετρα) (100% πληρότητα σε επιβάτες)
Airbus Industries	143		
A318	2	107	5700
A319	44	124	6900
A320	67	150	5700
A321	18	185	5900
A388	12	544	15200
Boeing	135		
B738	4	160	5444
B744	41	524	14200
B762	8	290	7200
B772	46	451	13200
B77W	12	451	13650
B788	8	359	13621
B789	16	406	14140
British Aerospace	2		
JS31	2	19	1182
Dornier GmbH (AirbusGroup)	3		
D328	3		
Embraer	20		
E170	6	78	3379
E190	14	108	3701
Saab Group	2		
SB20	2	58	2869
	5		
J328	5		

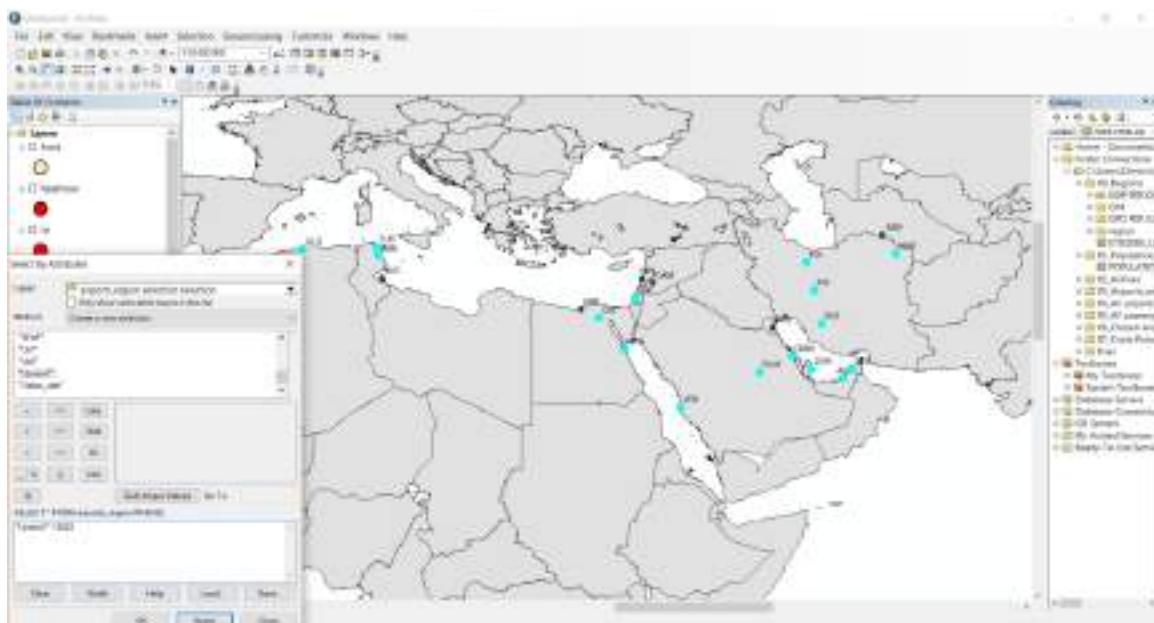
Πίνακας 5.14 : Στόλος της British Airways

Τα αεροσκάφη «Boeing 747-400» και «Airbus 340-600» αποτελούν 13% και 9% του στόλου, για τις «British Airways» και «Lufthansa Airlines» αντίστοιχα. Αυτά θα αποτελούσαν ένα ικανοποιητικό δείγμα του στόλου για τη συγκεκριμένη έρευνα. Για το αεροσκάφος «Boeing 747-400» το μήκος αναφοράς του ισούται με 2890 μέτρα και απαιτεί πλάτος διαδρόμου 45 μέτρα (κατηγορία ICAO 4E), ενώ για το «Airbus 340-600» το μήκος αναφοράς του ισούται με 2823 μέτρα και απαιτεί πλάτος διαδρόμου 45 μέτρα (κατηγορία ICAO 4E). Προφανώς τα δύο αεροσκάφη παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ομοιότητα. Η ακτίνα και των δύο ισούται για 100% πληρότητα περίπου με 14000 χιλιόμετρα, ενώ για συνθήκες μέγιστου βάρους σχεδιασμού μηδενικού καυσίμου (MZFW) ισούται με 10000 χιλιόμετρα. Όσον αφορά αεροσκάφη, όπως το «Airbus 320», δεν μπορούν να εξυπηρετήσουν την περιοχή σε συνθήκες με μέγιστο βάρος σχεδιασμού μηδενικού καυσίμου.(Εικόνα 5.12)



Εικόνα 5.10 : Επεξεργασία δεδομένων σε περιβάλλον GIS –Heathrow,Boeing 747-400, Airbus 320

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των διαδρόμων, τα αεροσκάφη «Boeing 747-400» και «Airbus 340-600» μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα 15 και 16, αντίστοιχα, από τα 22 αεροδρόμια της περιοχής. Για τα δύο αεροδρόμια, της Τεχεράνης(ΙΚΑ) και της Ασγκαμπάτ(ASB), που επιλέχθηκαν για περαιτέρω ανάλυση μπορούν να χρησιμοποιήσουν μόνο αυτό της Τεχεράνης. (Εικόνα 5.13)



Εικόνα 5.11 : Επεξεργασία δεδομένων σε περιβάλλον GIS -Boeing 747-400

Τέλος, όπως παρατηρήθηκε μεγάλο αριθμό συνδέσεων προς την Ευρώπη έχουν τα αεροδρόμια του Περσικού κόλπου. Οπότε θα υπήρχε η δυνατότητα και αυτά τα αεροδρόμια να αποτελέσουν ανταγωνιστή, ως σταθμός μετεπιβίβασης μεταξύ Ευρώπης και των αεροδρομίων της Τεχεράνης και της Ασγκαμπάτ. Συγκεκριμένα, ένα τέτοιο αεροδρόμιο είναι της Ντόχα (IATA: DOH) μαζί με την «Qatar Airways», η οποία εδράζεται εκεί.

Αεροσκάφη	Αριθμός	Αριθμός θέσεων	Τυπική ακτίνα (σε χιλιόμετρα) (100% πληρότητα σε επιβάτες)
Airbus Industries	101		
A319	2	124	6900
A320	41	150	5700
A321	8	185	5900
A332	15	247	13400
A333	13	277	11700
A346	4	326	14450
A359	12	325	14700
A388	6	544	15200
Boeing	73		
B77L	9	317	15840
B77W	34	451	13650
B788	30	359	13621

Πίνακας 5.15 : Στόλος της Qatar Airways

Ο στόλος της συγκεκριμένης αεροπορικής εταιρίας είναι πολυάριθμος και αποτελείται από αεροσκάφη διαφορετικών δυνατοτήτων. Παρουσιάζει ομοιότητες με τους στόλους των προηγούμενων αεροπορικών εταιριών και μπορεί να εξυπηρετήσει και τα δύο αεροδρόμια. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω των αεροσκαφών τύπου «Airbus 320», που μελετήθηκαν και στην περίπτωση της «Aegean Airlines». Τα αεροσκάφη αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνθήκες με μέγιστου βάρους σχεδιασμού μηδενικού καυσίμου.

Όσον αφορά το αεροδρόμιο, όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.7, λειτουργεί με βαθμό χρήσης της διάταξης των διαδρόμων, ίσο με 0,5. Οπότε έχει δυνατότητες αύξησης των μετακινήσεων των αεροσκαφών, και προσθήκης νέων συνδέσεων.



Εικόνα 5.12 : Επεξεργασία δεδομένων σε περιβάλλον GIS – Ντόχα, Airbus 320

5.5 Συγκριτική αξιολόγηση αεροπορικών συνδέσεων

Για να μπορεί μια πτήση, να γίνει μέσω μετεπιβίβασης, θα θεωρηθεί ότι ο χρόνος αναμονής στο ενδιάμεσο αεροδρόμιο δεν ξεπερνάει τα 240 λεπτά, κάτι που καλύπτει πάνω από το 80% του όγκου των επιβατών, οι οποίοι επιλέγουν ένα τέτοιο είδος μετεπιβίβασης. Όπως αναφέρθηκε, αυτό είναι και το καταλληλότερο όριο χρόνου αναμονής για διηπειρωτικές πτήσεις. Επίσης, ο συνδυασμός των πτήσεων γίνεται με βάση τις αμέσως επόμενες πτήσεις, με σκοπό την μετεπιβίβαση.

Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, δημιουργήθηκε ο πίνακας 5.17. Σε αυτόν παρουσιάζεται ο συνολικός χρόνος που απαιτείται από το αεροδρόμιο αναχώρησης μέχρι το αεροδρόμιο άφιξης, ο μέσος χρόνος αναμονής για τις συνδέσεις με μετεπιβίβαση, ο αριθμός των ημερήσιων συνδέσεων, καθώς και το μέσο συνολικό κόστος του εισιτηρίου.

Επιπλέον, στο πίνακα 5.16 παρατηρείται ότι για την ροές προς την Τεχεράνη χρησιμοποιούνται μεγαλύτερα αεροσκάφη, για τις αεροπορικές εταιρείες σε σχέση με αυτά που θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν. Τέτοια παραδείγματα, είναι η «Qatar Airways» και «Turkish Airlines». Ένα άλλο συμπέρασμα είναι ότι ο όγκος για αυτές τις ροές είναι επαρκής, και αυξητικός καθώς σε άλλη περίπτωση θα γινόταν χρήση μικρότερων αεροσκαφών.

Αεροπορική Εταιρεία (Αεροδρόμια Αναχώρησης – Άφιξης)	Αριθμός συνδέσεων (ανά 7 μέρες)	Τύπος Αεροσκάφους (Θέσεις)
Lufthansa (FRA - IKA)	7	Boeing 747-800(410)
British Airways (LHR - IKA)	7	Boeing 777-200(451)
Aegean Airlines (ATH - IKA)	4	Airbus 320(150)
Turkish Airlines (IST - IKA)	35	Boeing 737-800(160), Airbus 332,333 (247,277)
Qatar Airways (DOH - IKA)	18	Airbus 332(247), Boeing 777W(451)
Turkish Airlines (IST - ASG)	14	Airbus 321 (185)

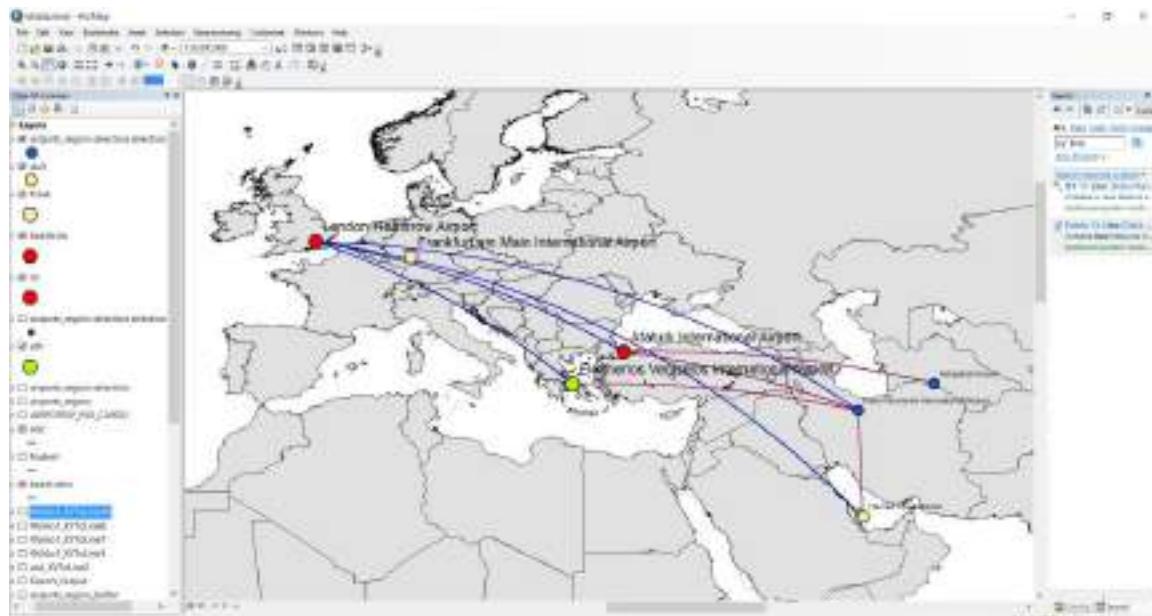
Πίνακας 5.16 : Αεροσκάφη που χρησιμοποιούνται στις υπάρχουσες συνδέσεων

Αεροδρόμιο Αναχώρησης	Αεροδρόμιο Στάσης	Αεροδρόμιο Άφιξης	Αεροπορική Εταιρεία	Αριθμός συνδέσεων	Μέσος χρόνος αναμονής	Συνολική διάρκεια	Συνολικό μέσο κόστος εισιτηρίου (US\$)
LHR	IST	IKA	Turkish Airlines	3	1h 33m	7h 33m	453
LHR	IST	ASB	Turkish Airlines	2	2h 55m	10h 45m	586
LHR	-	IKA	British Airways	1	-	5h 45m	1383
LHR	ATH	IKA	Aegean Airlines	1	20m	6h 30m	560
LHR	DOH	IKA	Qatar Airways	2	2h 35m	10h 35m	1485
FRA	-	IKA	Lufthansa	-	-	4h 50m	2838
FRA	ATH	IKA	Aegean Airlines	1	35m	6h 55m	721
FRA	IST	IKA	Turkish Airlines	4	1h 15m	7h 30m	416
FRA	DOH	IKA	Qatar Airways	2	35m	8h 35m	1249
FRA	IST	ASB	Turkish Airlines	2	1h 15m	8h 00m	569

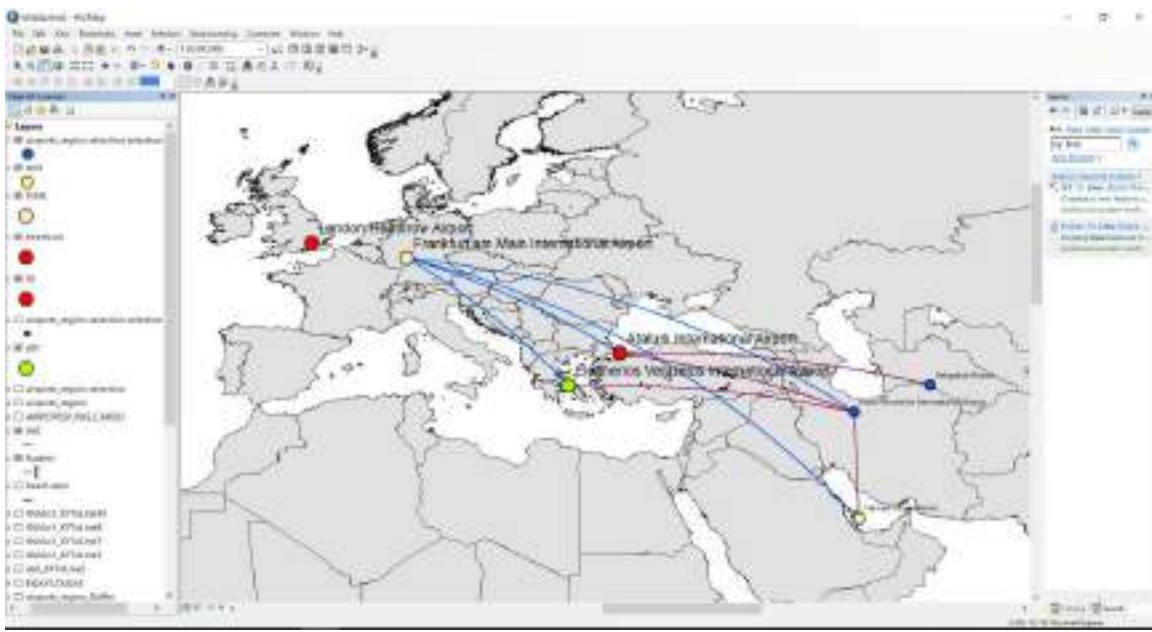
Πίνακας 5.16 : Αξιολόγηση υπαρχόντων συνδέσεων

Αρχικά, όσον αφορά τα απευθείας δρομολόγια από το Λονδίνο και την Φρανκφούρτη προς τα δύο αεροδρόμια της Μέσης Ανατολής, παρατηρείται πως, μόνο το ένα συνδέεται με απευθείας δρομολόγιο. Γεγονός που δεν αποτελεί παράδοξο, καθώς, όπως υπολογίζαμε, το αεροδρόμιο της Ασγκαμπάτ δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα αρκετά μεγάλα αεροσκάφη του στόλου των αεροπορικών εταιριών «Lufthansa Airlines» και «British Airways». Επιπροσθέτως, υπάρχει μόλις ένα δρομολόγιο τη μέρα, και αυτό σε πολύ υψηλό κόστος. Συνεπώς, η λύση της ενίσχυσης των συνδέσεων μέσω μετεπιβίβασης σε κάποιο ενδιάμεσο αεροδρόμιο φαντάζει πλεονεκτική.

Μεταξύ των αεροδρομίων της Αθήνας(ATH), της Ντόχα(DOH) και της Κωνσταντινούπολης(IST) δεν παρατηρούνται οι ίδιες συνθήκες. Αρχικά μόνο το αεροδρόμιο της Κωνσταντινούπολης εξυπηρετεί και τους δύο αυτούς προορισμούς. Οπότε, σε αυτή τη σύνδεση, δεν υπάρχει κανένας ιδιαίτερος ανταγωνισμός για την Turkish Airlines, με αποτέλεσμα να έχει αρκετά υψηλό κόστος(569 και 586US\$). Ο χρόνος αναμονής κυμαίνεται σε φυσιολογικά επίπεδα (1 ώρα και 15 λεπτά)για το αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης, ενώ για το Λονδίνο πλησιάζει τις 3 ώρες. Επιπλέον, ο αριθμός των συνδέσεων, τα οποία παρέχονται καθημερινά και εξυπηρετούν τα συγκεκριμένα αεροδρόμια ως αφετηρία, είναι 2.



Εικόνα 5.12 : Επεξεργασία δεδομένων σε περιβάλλον GIS – Διαθέσιμες συνδέσεις Λονδίνο(LHR)



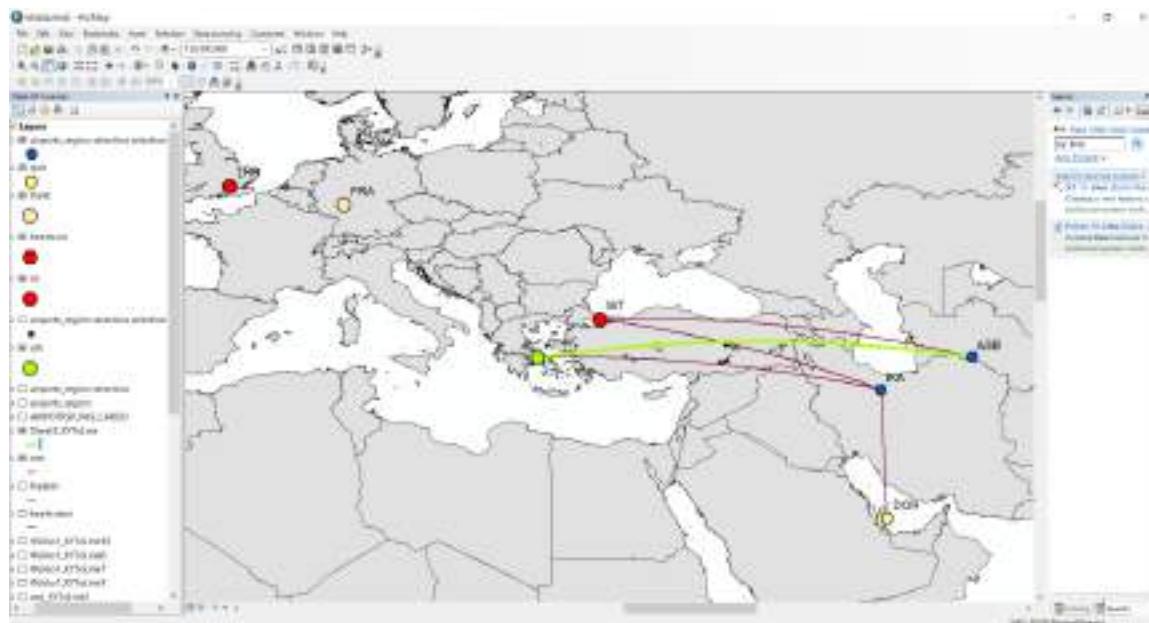
Εικόνα 5.12 : Επεξεργασία δεδομένων σε περιβάλλον GIS – Διαθέσιμες συνδέσεις, Φρανκφούρτη(FRA)

Το αεροδρόμιο της Τεχεράνης παρατηρείται ότι λαμβάνει μεγαλύτερο αριθμό συνδέσεων. Με αφετηρία τα αεροδρόμια του Λονδίνου(LHR) και της Φρανκφούρτης, υπάρχει η δυνατότητα να περατωθεί η σύνδεση μέσω μετεπιβίβασης και στα τρία αεροδρόμια που εξετάζονται υπό αυτή την οπτική. Τα αεροδρόμια της Ντόχα κρίνεται το πλέον ακατάλληλο για αυτό το σκοπό, αν και παρουσιάζει μικρό χρόνο αναμονής (35 λεπτά) και 2 συνδέσεις καθημερινά, με αφετηρία την Φρανκφούρτη, με αποτέλεσμα να μη μειονεκτεί στο θέμα της συνολικής διάρκειας του ταξιδιού, λόγω της κακής γεωγραφικής του θέσης. Ωστόσο, δεν ισχύει το ίδιο για αφετηρία το «Heathrow», με τους χρόνους να είναι αρκετά μεγαλύτεροι, καθώς και το κόστος για την «Qatar Airways», και στις δύο περιπτώσεις, είναι μέχρι και διπλάσιο σε σχέση με τις «Aegean Airlines» και «Turkish Airlines».

Όσον αφορά αυτές τις δύο αεροπορικές εταιρίες, λοιπόν, η «Aegean Airlines» εμφανίζεται ιδιαίτερα ανταγωνιστική από άποψη αναμονής και συνολικού χρόνου, όμως υστερεί στην τιμή, σε σχέση με την «Turkish Airlines». Αν και με αφετηρία το αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης ο χρόνος αναμονής, με προέκταση την συνολική διάρκεια, δεν διαφέρει πολύ(30 λεπτά) με το κόστος να είναι αυξημένο κατά 70%, με αφετηρία το «Heathrow» τα δεδομένα είναι ευνοϊκότερα με το χρόνο να διαφέρει κατά 1 ώρα και το κόστος να αυξάνεται κατά 30%.

Η ενίσχυση λοιπόν της σύνδεσης μεταξύ της Αθήνας και της Τεχεράνης, με αφετηρία τα αεροδρόμια του «Heathrow» και της Φρανκφούρτης, μέσω της αεροπορικής εταιρίας

«Aegean Airlines» είναι πολύ καλή και δεν απαιτεί κάποια αλλαγή, καθώς οι χρόνοι αναμονής και συνολικής διάρκειας ταξιδιού είναι οι μικρότεροι.



Εικόνα 5.13 : Νέα αεροπορική σύνδεση Αθήνα - Ασγκαμπάτ

Για το αεροδρόμιο της Ασγκαμπάτ, ωστόσο, θα μπορούσε να προστεθεί μια νέα σύνδεση με αφετηρία από το «Ελευθέριος Βενιζέλος» την ίδια ώρα με την πτήση προς την Τεχεράνη (22:00). Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα οι χρόνοι αναμονής, με αφετηρία τα δύο αεροδρόμια που εξετάστηκαν, να ήταν 20 και 35 λεπτά σε σχέση με της «Turkish Airlines», οι οποίοι είναι 2 ώρες και 55 λεπτά και 1 ώρα και 15 λεπτά, αντίστοιχα. Επιπλέον το κόστος βρίσκεται 30% πάνω, σε σχέση με αυτό για την Τεχεράνη, ενώ τα δύο αεροδρόμια δεν απέχουν ιδιαίτερα. Τα αεροπλάνα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αυτή τη σύνδεση είναι τα «Airbus 320», με τη δυνατότητα να λειτουργούν σε συνθήκες μέγιστου βάρους σχεδιασμού μηδενικού καυσίμου.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο κλάδος των αερομεταφορών αποτελεί ιδανικό χώρο για νέες επενδύσεις. Η ανθεκτικότητά του απέναντι σε εξωγενείς παράγοντες, και οι προβλέψεις για τη συνεχή, αδιάκοπη άνοδό του, αποτελούν κύρια χαρακτηριστικά της σπουδαιότητάς του. Η άμεση σύνδεση των αερομεταφορών με τις οικονομικές συνθήκες μιας χώρας και η αλληλεπίδραση αυτών των δύο αποτελούν κίνητρο, τόσο για τις αεροπορικές εταιρίες, όσο και για τις χώρες, όσον αφορά την ενίσχυση της δυναμικής τους μέσα στην παγκόσμια αγορά του κλάδου. Το μέλλον παρουσιάζεται ιδιαίτερα ευοίωνο, με κύριο χαρακτηριστικό την αύξηση των επιβατικών και εμπορευματικών αερομεταφορών μέσω της συμμετοχής αναπτυσσόμενων χωρών. Το γεγονός αυτό απαιτεί την ενίσχυση των αεροπορικών συνδέσεων μεταξύ αυτών των χωρών και του υπόλοιπου κόσμου. Τέτοια παραδείγματα χωρών υπάρχουν, κατά κύριο λόγο, στην Αφρική και την Ασία.

Η Ελλάδα, από γεωγραφική άποψη, έχει ιδιαίτερα ευνοϊκή θέση στην εξυπηρέτηση συνδέσεων μεταξύ Ευρώπης και αρκετών αναπτυσσόμενων χωρών, λειτουργώντας ως κόμβος μετεπιβιβάσεων. Τα αεροδρόμια της Ελλάδας, με χαρακτηριστικό παράδειγμα το «Ελευθέριος Βενιζέλος», έχουν δυνατότητες αύξησης των ετήσιων μετακινήσεων των αεροσκαφών, με την υπάρχουσα χωρητικότητα της διάταξης των διαδρόμων τους.

Όσον άφορα τον στόλο της «Aegean Airlines» παρατηρείτε ότι για να εξυπηρετήσει χώρες της Ασίας που περιλήφθηκαν στη συγκεκριμένη έρευνα, με το αεροσκάφος να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνθήκες μέγιστου βάρους σχεδιασμού μηδενικού φορτίου, θα πρέπει να επενδύσει σε αεροσκάφη μεγαλύτερης εμβέλειας. Τέτοια αεροσκάφη μελετήθηκαν για την «Lufthansa» και την «British Airways» και είναι τα «Boeing 747-400» και «Airbus 340-600».

Μια άλλη παρατήρηση, προκύπτει με βάση τις υπάρχουσες συνδέσεις. Η περιοχή της Βόρειας Αφρικής, έχει αρκετά καλή συνδεσιμότητα μέσω απευθείας πτήσεων με πολλά ευρωπαϊκά αεροδρόμια. Επιπλέον, η δημιουργία μιας σύνδεσης προς αυτά, μέσω της Ελλάδας, θα ανάγκαζε τον επιβάτη να καλύψει αρκετά μεγαλύτερη απόσταση. Συνεπώς, μια τέτοια σύνδεση φαντάζει ασύμφορη. Πολύ καλή συνδεσιμότητα παρουσιάζουν και τα αεροδρόμια του Περσικού κόλπου, με πάρα πολλές απευθείας συνδέσεις με την Ευρώπη. Αυτό προκύπτει από το γεγονός πως οι αεροπορικές εταιρίες που εδράζονται εκεί έχουν πολυάριθμους στόλους με μεγάλη δυναμική. Επίσης δεν πρόκειται για αναπτυσσόμενες χώρες, με αποτέλεσμα η βελτίωση της οικονομίας να μην είναι ο βασικός παράγοντας αύξησης της επιβατικής κίνησης. Έτσι, η δημιουργία μια σύνδεσης, μεταξύ Ευρώπης και Περσικού κόλπου, με μετεπιβίβαση στην Ελλάδα δεν ενδείκνυται.

Ως αποτέλεσμα, βάσει της υπάρχουσας δυναμικής των ελληνικών αεροπορικών εταιριών και των συνθηκών που επικρατούν, πρώτη επιλογή για νέες συνδέσεις αποτελούν το Ιράν και το Τουρκμενιστάν. Μετά τη διερεύνηση λοιπόν, των υπαρχόντων συνδέσεων για αυτά τα δύο αεροδρόμια, και την αξιολόγηση του ανταγωνισμού, χρησιμοποιώντας ως αεροδρόμια αφετηρίας τα αεροδρόμια του «Heathrow» και της Φρανκφούρτης, προτείνεται η δημιουργία καθημερινής σύνδεσης του «Ελευθέριος Βενιζέλος» με το αεροδρόμιο της «Ασγκαμπάτ», με ώρα αναχώρησης στις 10:00 μμ., μέσω αεροσκάφους τύπου «Airbus 320». Η πτήση αυτή αποσκοπεί στο να εξυπηρετήσει τους επιβάτες με αναχώρηση τα δύο αεροδρόμια αφετηρίας, καθώς και τους επιβάτες με αφετηρία το «Ελευθέριος Βενιζέλος» με προορισμό την «Ασγκαμπάτ», προσφέροντας μικρότερους χρόνους αναμονής και συνολικής διάρκειας πτήσης και μια ανταγωνιστική τιμή εισιτηρίου.

Προτείνεται, η περαιτέρω διερεύνηση αεροπορικών συνδέσεων με διαφορετικούς συνδυασμούς αεροδρομίων. Οι διαφορετικοί συνδυασμοί μπορούν να προκύψουν μέσω αλλαγών στην περιοχή ενδιαφέροντος, στα αεροδρόμια αναχώρησης, στα αεροδρόμια μετεπιβίβασης και στα αεροδρόμια άφιξης, στις αεροπορικές εταιρίες, στους τύπους των αεροσκαφών ανάλογα με τις απαιτήσεις και τα ζητούμενα του ερευνητή. Όσον αφορά το αεροδρόμιο «Ελευθέριος Βενιζέλος», όσοι περισσότεροι συνδυασμοί αεροδρομίων χρησιμοποιηθούν, τόσο καλύτερη αντίληψη θα προκύψει για την αξιολόγηση μια νέας σύνδεσης.

Τέλος, όσον αφορά τους ιχνηλάτες του ιστοχώρου, μπορούν να αποτελέσουν ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για την εξαγωγή δεδομένων από το διαδίκτυο, αρκεί η χρήση τους να γίνεται με προσοχή και φειδώ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] «Η ιστοσελίδα της Παγκόσμιας Τράπεζας,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>.
- [2] Boeing, «Current Market Outlook 2016-2035,» 2016.
- [3] B. Bubalo, «Airport Evolution and Capacity Forecasting,» 2011.
- [4] J. K. Brueckner, «Airline competition and domestic US airfares: A comprehensive reappraisal,» *Economics of Transportation*, 2013.
- [5] F. Ciliberto, C. Murry και E. T. Tamer, «Market Structure and Competition in Airline Markets,» 2016.
- [6] A. Industry, «Competition and Service Quality in the U.S. Airline Industry,» *Kluwer Academic Publisher*, 2003.
- [7] T. Grubesic, «Essential Air Service in the United States: Exploring Strategies to Enhance Spatial and Operational Efficiencies,» *International Regional Science Review*, 2016.
- [8] N. G. Rupp, «Product Quality Choices and Competition: Evidence from the U.S. Airline Industry,» 2016.
- [9] J. Vespermann, A. Wald και R. Gleich, «Aviation growth in the Middle East – impacts on incumbent players and potential strategic reactions,» *Journal of Transport Geography*, 2008.
- [10] J. F. O'Connell και O. E. Bueno, «A study into the hub performance Emirates, Etihad Airways and Qatar Airways and their competitive position against the major European hubbing airlines,» *Journal of Air Transport Management*, 2016.
- [11] M. E. O'Kelly, «A geographer's analysis of hub-and spoke networks,» *Journal of Transport Geography*, 1998.
- [12] J.-T. Chung, Y.-S. Wong και P.-Y. Hsu, «Cargo market competition among Asia Pacific's major airports,» *Journal of Air Transport Management*, 2016.
- [13] S.-C. Chen, S.-Y. Kuo, K.-W. Chang και Y.-T. Wang, «Improving the forecasting accuracy of air passenger and air cargo demand: the application of back-propagation neural networks,» *Transportation Planning and Technology*, 2012.

- [14] E. Suryani, S.-Y. Chou και C.-H. Chen, «Air passenger demand forecasting and passenger terminal capacity expansion: A system dynamics framework,» *Elsevier Ltd.*, 2009.
- [15] M. H. Wenbin Wei, «Impact of aircraft size and seat availability on airlines demand and market share in duopoly markets,» *Transportation Research Part E*, 2004.
- [16] B. Pearce, «The shape of air travel markets over the next 20 years,» IATA, 2015.
- [17] J. Ringbeck, Effectively planning and managing European airport capacity, 2007.
- [18] S. PAVLIN, «RUNWAY OCCUPANCY TIME AS ELEMENT OF RUNWAY CAPACITY,» 2006.
- [19] R. d. Neufville και A. Odoni, Συστήματα Αεροδρομίων, Απόδοση και προσαρμογή : Βούλα Ψαράκη-Καλουπτσίδη, 2003.
- [20] BANGKOK, SUVARNBHUMI INTERNATIONAL AIRPORT, «MANUAL OF OPERATIONS APPROACH CONTROL SERVICE,APPENDIX 1, RUNWAY CAPACITY,» 2006.
- [21] FFA, «AIRPORT CAPACITY AND DELAY hte: 9123183 - AC No: 150/5060-5».
- [22] S. Kern και M. Schultz, Development of a generic airport for determining runway capacity, 2015.
- [23] Κ.Γ.Αμπακούμκιν, Αεροδρόμια, 1990.
- [24] Φ. Μ. Π. Β. Ψαράκη, σε «ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΩΝ» - 9ο ΕΞΑΜΗΝΟ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ, 2015.
- [25] «Αεροδρόμιο Ατατούρκ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.ataturkairport.com/en-EN/preflight/Pages/Transfer.aspx>.
- [26] Γ. Σπανάκης, «Προσδιορισμός βέλτιστης κατανομής χρονοπαραθύρων αεροδρομίων με χρήση του αλγορίθμου αναζήτησης αρμονίας (harmony search),» Διπλωματική Εργασία , 2012.
- [27] «Τμήμα Πολιτικής Αεροπορίας Κύπρου,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.mcw.gov.cy/mcw/dca/dca.nsf/DMLairports_gr/DMLairports_gr?Open Document. [Πρόσβαση 2017].
- [28] Π. Παναγιώτης, «Κατανομή του διαθέσιμου χρόνου χρήσης στους αερολιμένες,» Διπλωματική Εργασία, 2012.

- [29] Δ. Ε. Καταρέλος, Ο ρόλος του προϊόντος φορτίου στις εναέριες μεταφορές.
- [30] ΑΝΤ.ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΣ και ΛΟΥΚ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ – ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΟΝ 21 ΑΙΩΝΑ,, 2001.
- [31] N. J. Ashford, S. Mumayiz και P. H. Wright, *Airport Engineering, Planning, Design, and Development of 21st Century Airports*, 2011.
- [32] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://tradingeconomics.com/>.
- [33] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.anna.aero/databases/>.
- [34] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.enac.fr/en>.
- [35] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://ourairports.com/data/>.
- [36] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.airliners.net/aircraft-data>.
- [37] ICAO, «AERODROME DESING MANUAL_Part1_Runways_Third edition,» 2008.
- [38] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.hongkiat.com/blog/web-scraping-tools/>.
- [39] C. Castillo, «Effective Web Crawling,» 2016.
- [40] Airbus, «Global Market Forecast 2015-2034,» [Ηλεκτρονικό].
- [41] «<http://www.anna.aero>,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.anna.aero>.
- [42] N. Adler και N. Hashai, «Effect of open skies in the Middle East region,» *Transportation Research Part A*, 2005.
- [43] W. L. Ong και A. K. Tan, «A note on the determinants of airline choice: The case of Air Asia and Malaysia,» *Journal of Air Transport Management*, 2009.
- [44] R. Redondi και S. V. Gudmundsson, «Congestion spill effects of Heathrow and Frankfurt airports on,» *Transportation Research Part A*, 2016.
- [45] J. Gardiner, S. Ison και I. Humphreys, «Factors influencing cargo airlines' choice of airport: An international survey,» *Journal of Air Transport Management*, 2005.
- [46] K.-Å. Brorsson, «Air Freight in the Stockholm Region with focus on Eskilstuna Airport,» *Journal of Airline and Airport Management*, 2016.
- [47] Y. Park, «An analysis for the competitive strength of Asian major airports,» *Journal of Air Transport Management*, 2003.

- [48] D. J. Ashley, Forecasting passenger travel demand — international aspects, 1987.
- [49] International Civil Aviation Organization (ICAO) , «Document #8991,» 2006.
- [50] S. Y. Abed, A. O. Ba-Fail και S. M. Jasimuddin, «An econometric analysis of international air travel demand in Saudi Arabia,» *Journal of Air Transport Management*, 2001.
- [51] R. B. Carmona-Benítez και M. R. Nieto-Delfín, «Bootstrap Estimation Intervals Using Bias Corrected Accelerated Method to Forecast Air Passenger Demand,» *Springer International Publishing Switzerland*, 2015.
- [52] D. Bhadra, «Disappearance of American Wealth and Its Impact on Air Travel: An Empirical Investigation,» *Transportation Research Forum*, 2012.
- [53] N.ASHFORD, H.P.M.STANTON και C.A.MOORE, AIRPORT OPERATIONS, 1991.
- [54] Airbus, «Global Market Forecast: Mapping Demand 2016-2035,» 2016.
- [55] V. Kumar και L. Sherry, «Airport throughput capacity limits for demand management planning,» 2009.
- [56] IVAO, AIRCRAFT WEIGHTS, 2015.
- [57] Boeing, Using the Payload/Range and Takeoff Field Length Charts in the Airplane Characteristics for Airport Planning Documents, 2014.
- [58] International Civil Aviation Organization-ICAO, «Aerodrome Design Manual,» 2006.
- [59] ICAO, «Operations of an aircraft, PART I : International Air Transport - Aroplanes, Annex6,» 2010. [Ηλεκτρονικό].
- [60] Boeing, «737 Airplane Characteristics for Airport Planning,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.boeing.com/commercial/airports/plan_manuals.page.
- [61] FAA, «Airport Design AC150/5300-13A,» 2014.
- [62] ICAO, «Annex 14, Third Edition,» 1999.
- [63] FAA, «AIRCRAFT AIRWORTHINESS CERTIFICATION CATEGORIES AND DESIGNATIONS EXPLAINED - Advisory Circular AC 21.1,» 2000.
- [64] Federal Aviation Administration (FAA) , «RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS,» 2005.
- [65] ICAO, «Air Traffic Management,» 2001.

- [66] D. A. A. Trani, «Air Traffic Control and Runway Separations»,
- [67] UK Civil Aviation Authority, «AERONAUTICAL INFORMATION CIRCULAR», 2014.
- [68] Eurocontrol, «"RECAT-EU" European Wake Turbulence Categorisation», 2015.
- [69] IVAO, «WAKE TURBULENCE SEPARATION MINIMA», 2015.
- [70] D. B. Lisker, «Airport capacity - Into the future», 2014.
- [71] K. Button, «The Impacts of Globalisation on International Air Transport Activity ,Past trends and future perspectives».
- [72] ENAC, World Traffic, 2014.
- [73] T. W. B. GROUP, Air Freight: A Market Study with Implications for Landlocked Countries.
- [74] N. A. & S. Fathers, An approach to level of service design of air freight terminals for small express parcels, Transportation Planning and Technology, 1989.
- [75] J. K. Hirshey, «Pragmatic Acceptance of Data Scraping», *Berkeley Technology Law Journal*.
- [76] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.airbus.com/>.
- [77] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.boeing.com/>.
- [78] IATA, «Annual Review», 2016. [Ηλεκτρονικό].
- [79] Eurostat, « Air transport statistics», 2016. [Ηλεκτρονικό].
- [80] ICAO, «Traffic growth and airline profitability were highlights of air transport in 2016», [Ηλεκτρονικό].
- [81] F. K. E και L. M, «Geographic Information Systems as an Integrating Technology: Context, Concepts and Definitions», 2015.
- [82] M. F. Goodchild, «Twenty years of progress: GIScience in 2010», 2010.
- [83] Interfreight Logistics, Air freight containers and dimensions.
- [84] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.airliners.net/>.
- [85] D. Luo, «The Price Effects of the Delta/Northwest Airline Merger», *Review of Industrial Organization*, 2013.

- [86] Y. Shen, «Market competition and market price: Evidence from United/Continental airline merger,» *Economics of Transportation*, 2017.
- [87] S. A. Morrison, «Actual, Adjacent, and Potential Competition Estimating the Full Effect of Southwest Airlines,» *Journal of Transport Economics and Policy*, 2001.
- [88] K. M. Tan, «Incumbent Response to Entry by Low-Cost Carriers in the U.S. Airline Industry,» *Southern Economic Association*, 2015.

