

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ
(MBA)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΕ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΜΕΤΟΧΩΝ
ΕΥΡΩΠΑΙΚΩΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΜΕ ΤΗ
ΜΕΘΟΔΟ VAR

ΠΙΤΣΑ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ (ΜΔΕ2146)

Επιβλέπον Καθηγητής: Χρήστος Αγιακλόγλου

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Διοίκησης και
Οργάνωσης του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρους των απαιτήσεων για την
απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος MBA

Πειραιάς, Ιούνιος 2023

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων : MBA» με τίτλο:

«Ανάλυση Κινδύνου σε Αποδόσεις Μετοχών Ευρωπαϊκών
Αεροπορικών Εταιρειών με την Μέθοδο VaR.....»

έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου»

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή Ονοματεπώνυμο

Πίττα Ευαγγελία Ραγίτσα

POSTGRADUATE PROGRAM IN THE DEPARTMENT
OF BUSINESS ADMINISTRATION
(MBA)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS

RISK ANALYSIS IN EUROPEAN AIRLINES STOCK
RETURNS WITH VAR METHOD

PITSA EVANGELIA (ΜΔΕ2146)

Supervising Professor: Christos Agiakloglou

Submitted to the Department of Business Administration in partial fulfilment of the
requirements for the MBA degree

Piraeus, June 2023

*Αφιερωμένο στους γονείς μου, Χριστίνα και Δημήτρη.
Στην αδερφή μου, Κλεονίκη και στους πολύ κοντινούς μου ανθρώπους
Ταξιάρχη και Σόλωνα.*

Ευχαριστίες

Φτάνοντας στο τέλος των μεταπτυχιακών μου σπουδών και ολοκληρώνοντας ένα αρκετά μεγάλο κύκλο ζωής, νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους του σπουδαίους καθηγητές που μοιράστηκαν μαζί μου τις γνώσεις και την εμπειρία τους όλα αυτά τα χρόνια. Ιδιαίτερα όμως, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς τον κύριο Χρήστο Αγιακλόγλου, καθηγητή του τμήματος Οικονομικής Επιστήμης, για την αμέριστη βοήθεια ως επιβλέπον καθηγητής αυτής της διπλωματικής εργασίας. Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω το ακαδημαϊκό προσωπικό του Πανεπιστημίου Πειραιώς και όλους όσους συνέβαλλαν στην πραγματοποίηση αυτού του εξαιρετικού προγράμματος. Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ θέλω να το πω προς την οικογένεια μου για την χρόνια συμπαράσταση και την παρότρυνση τους να ακολουθήσω τις ακαδημαϊκές μου σπουδές και με αυτό τον τρόπο να επιτύχω τον πρώτο μεγάλο στόχο ζωής μου.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΕ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΜΕΤΟΧΩΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΩΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ VAR

Όροι Κλειδιά: Κίνδυνος, αβεβαιότητα, δείκτες μετοχών, χρονοσειρές, λευκός θόρυβος, τυχαίος περίπατος, αυτοσυσχέτιση και μερική αυτοσυσχέτιση, στασιμότητα, Value at Risk, μεικτά υποδείγματα και αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας.

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εκτελέστηκε η ολοκληρωμένη διαδικασία ανάλυσης κινδύνου με την μέθοδο Value at Risk σε αποδόσεις μετοχών επτά κορυφαίων ευρωπαϊκών αεροπορικών εταιρειών. Πριν την σταδιακή περιγραφή της διαδικασίας και τον εντοπισμό του επιπέδου κινδύνου σε κάθε μια από τις σειρές, διαμορφώθηκε ένα εισαγωγικό πλαίσιο. Συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο ξεδιπλώνεται, λεπτομερώς, η πορεία και η εικόνα της αεροπορικής βιομηχανίας έως σήμερα. Η ιστορία της, το σύγχρονα διαμορφωμένο περιβάλλον με τις ευκαιρίες και τις επιδοκίμασιες του κλάδου, οι βασικές δραστηριότητες και τα κόστη, τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα καθώς και ευρωπαϊκό πλαίσιο, απεικονίζουν ένα μεγάλο μέρος της σύγχρονης αεροπορικής βιομηχανίας. Το δεύτερο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στην έννοια του κινδύνου, όπου διακρίνονται οι βασικές έννοιες του όρου, η κατηγοριοποίηση του και τέλος, η διαχείριση για βέλτιστη λήψη αποφάσεων. Στο τρίτο κεφάλαιο αποτυπώνεται η διαδικασία ανάλυσης κινδύνου με τις ουσιαστικότερες εννοιολογικές και οικονομετρικές συνεισφορές στον ορθό καθορισμό του κινδύνου μιας επένδυσης. Ολοκληρώνοντας, εκτελείται η διαδικασία ανάλυσης κινδύνου με την με την χρήση των υποδειγμάτων *ARIMA* και τα υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας υποδείγματα, *ARCH – GARCH*. Στην αρχή του κεφαλαίου, γίνεται η περιγραφή των προφίλ της κάθε μίας εταιρείας ενώ στη συνέχεια και με την βοήθεια ηλεκτρονικών προγραμμάτων παρουσιάζονται τα δεδομένα, αναλύεται η συμπεριφορά τους και τέλος, συμπεραίνεται ο βαθμός επικινδυνότητας μιας ανάλογης επένδυσης.

RISK ANALYSIS IN EUROPEAN AIRLINES STOCK RETURNS

Keywords: Risk, uncertainty, stock indices, time series, white noise, random walk, autocorrelation and partial autocorrelation, stationarity, Value at Risk, mixed models and autoregressive conditional heteroskedasticity models.

Abstract

In this thesis, it was carried out a risk analysis process using the Value at Risk method on seven leading European Airlines stock returns. Before the description of this process and the definition of each series risk level, an introductory framework was formed. Specifically, in the first chapter it is unfolded, in detail, the facts that made the aviation industry what it is today. The history, the contemporary environment with industry opportunities and endorsements, core activities and costs, competitive advantages and the European framework, depict most of the modern aviation industry. The second chapter is dedicated to risk concept with the description of the term, risk categorization and finally, risk management for optimal decision-making. In the third chapter, it is described the risk analysis process with the most essential conceptual and econometric contributions to the best investment determination. In conclusion, risk analysis process is performed using the *ARIMA* models and the conditional heteroskedasticity *ARCH* – *GARCH* models. At the beginning of the chapter, each company profile is described and after that, with electronic programs support, it is given the data presentation, their behavior analyzation and finally, the risk degree of each of these investments.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	V
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	VII
ABSTRACT	IX
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	1
Ο ΚΛΑΔΟΣ ΤΗΣ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ	1
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ	2
1.2.1 ΠΡΟΠΟΛΕΜΙΚΑ (1909-1914)	2
1.2.2 Α' ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΠΟΛΕΜΟΣ (1914-1918).....	3
1.2.3 ΜΕΤΑΠΟΛΕΜΙΚΑ (1919-1938)	4
1.2.4 Β' ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΠΟΛΕΜΟΣ (1939-1945).....	4
1.2.5 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ (1946-ΣΗΜΕΡΑ).....	6
1.3 ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟΥ ΚΛΑΔΟΥ	9
1.4 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟΥ ΚΛΑΔΟΥ	21
1.4.1 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΚΛΑΔΟΥ ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	21
1.4.2 ΚΟΣΤΗ ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΟΡΩΝ.....	22
1.5 ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΕΣ ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ	27
1.5.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ.....	28
1.5.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	30
1.6 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	32
1.6.1 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΠΙΤΡΟΠΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΈΝΩΣΗ.....	32
1.6.2 ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΑΕΠ	35
1.6.3 ΖΗΤΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΚΛΑΔΟΥ ΓΙΑ ΕΠΙΒΑΤΕΣ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΑ	36
1.6.4 ΠΛΗΘΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΡΙΣΗ	39
1.6.5 ΗΓΕΤΕΣ ΣΤΟΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΛΑΔΟ ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΟΡΩΝ.....	41
1.7 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	42
1.8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	44
Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	44
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	44
2.2 Η ΈΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ.....	45
2.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	47

2.4 ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ.....	49
2.5 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ	51
2.6 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	56
2.7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	58
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΞΙΑΣ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ.....	58
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	58
3.2 Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΑΞΙΑΣ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ	59
3.2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ VAR	61
3.2.2 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ VAR	64
3.3 ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ.....	68
3.3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΈΝΝΟΙΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ.....	69
3.4 ΑΥΤΟΠΑΛΙΝΔΡΟΜΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ – ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΌΡΟΥ – ΜΕΙΚΤΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ	75
3.4.1 ΑΥΤΟΠΑΛΙΝΔΡΟΜΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ	75
3.4.2 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΟΥ ΜΕΣΟΥ	86
3.4.3 ΜΕΙΚΤΑ ΑΥΤΟΠΑΛΙΝΔΡΟΜΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΟΥ ΜΕΣΟΥ	90
3.4.4 ΜΕΙΚΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ (ARIMA).....	94
3.5 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΤΕΡΟΣΚΕΔΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	97
3.5.1 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ARCH	98
3.5.2 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ GARCH.....	102
3.6 ΜΕΤΡΗΣΗ VAR.....	105
3.7 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	107
3.8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	108
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	109
ΕΚΤΙΜΗΣΗ VAR ΣΕ ΜΕΤΟΧΕΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΩΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ.....	109
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	109
4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ	110
4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	120
4.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	130
4.5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΞΙΑΣ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ (VAR)	135
4.6 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	138
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	140

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ ΑΠΟ ΤΟ 2010 - 2019	11
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ ΑΠΟ ΤΟ 2011 - 2020	13
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3 ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΚΑΙ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΝΑΕΡΙΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟ 2021.....	18
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4 ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ ΕΡΓΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ	24
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.5 ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΣΤΗΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.....	25
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.6 ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ COVID-19 ΤΟ 2018 - 2020.....	35
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.7 ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΝ ΑΥΓΟΥΣΤΟ ΤΟΥ 2022 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΥ 2021	38
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ LUFTHANSA ΚΑΤΑ ΤΟ 2019 ΚΑΙ 2022	111
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ AIR FRANCE - KLM ΚΑΤΑ ΤΟ 2019 ΚΑΙ 2022.....	113
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ IAG ΚΑΤΑ ΤΟ 2019 ΚΑΙ 2022	114
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ SAS ΚΑΤΑ ΤΟ 2019 ΚΑΙ 2022	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ RYANAIR ΚΑΤΑ ΤΟ 2019 ΚΑΙ 2022	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ AEGEAN AIRLINES ΚΑΤΑ ΤΟ 2019 ΚΑΙ 2022.....	118
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ WIZZ AIR ΚΑΤΑ ΤΟ 2019 ΚΑΙ 2022	119
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΟΧΩΝ 2017-2019	124
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΟΧΩΝ 2020-2022	124
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.10 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ARMA(p, q) ΓΙΑ 2017-2019.....	131
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ARMA(p, q) ΓΙΑ 2020-2022.....	132
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.12 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ARCH-GARCH 2017-2019.....	133
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.13 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ARCH-GARCH 2020-2022.....	134
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.14 ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ VAR 2017 – 2019	136
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.15 ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ VAR 2020 – 2022	137

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1.1 ΖΗΤΗΣΗ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΤΟΝ ΑΥΓΟΥΣΤΟ ΤΟΥ 2022 ΚΑΙ 2019.....	38
ΕΙΚΟΝΑ 3.1 ΤΑ ΤΡΙΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	65

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.1 ΟΙ ΕΝΝΕΑ ΟΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΕΝΑΕΡΙΕΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΚΡΑΤΩΝ	8
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.2 ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟ 2001 - 2019	10
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.3 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΡΟΥΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΙΟΥ COVID-19.....	12
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.4 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΠΙΒΑΤΩΝ, ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ.....	13
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.5 ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ ΧΟΡΗΓΗΣΕΙΣ ΕΜΒΟΛΙΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟΥ ΙΟΥ COVID-19	14
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.6 ΠΟΣΟΣΤΑ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΣΤΑ ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΤΟ 2016 - 2021.....	15
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.7 ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ ΠΟΥ ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΟ 2004 - 2021 (ΣΕ ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ) .	16
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.8 ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΝΝΗΣΕΩΝ, ΘΑΝΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΣΕ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΕΣ 2019 - 2021.....	16
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.9 ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΝΑΕΡΙΑΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ 1945 - 2022	17
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.10 ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΣ ΤΟ ΕΤΟΣ 2022 ΑΠΟ ΤΟ 2019....	19
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.11 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΗΘΩΡΙΣΜΟΥ ΤΟΝ ΜΗΝΑ ΜΑΡΤΙΟ.....	20
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.12 ΕΞΕΛΙΞΗ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΗΘΩΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΑΠΟ ΤΟ 2017 - 2023	20
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.13 ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟ ΚΛΑΔΟ	26
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.14 ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΑΝΑ ΗΛΙΚΙΑ ΣΤΟΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ	36
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.15 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΠΤΗΣΕΩΝ ΕΥΡΩΠΗ ΓΙΑ ΑΥΓΟΥΣΤΟ ΤΟΥ 2019 ΚΑΙ ΤΟΥ 2022.....	37
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.16 ΠΛΗΘΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΙΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	39
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.17 ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΩΣ ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΩΝ ΕΣΟΔΩΝ (2018-2022).	40
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1 ΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΠΟΧΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΔΕΣΜΕΥΜΕΝΕΣ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟ 2004-2014	70
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΛΕΥΚΟΥ ΘΟΥΡΥΒΟΥ	72
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.3 ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΝΑΛΛΑΓΜΑΤΟΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟ ΕΥΡΩ ΚΑΙ ΣΤΟ ΔΟΛΑΡΙΟ (ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΥΧΑΙΟΥ ΠΕΡΙΠΑΤΟΥ ΧΩΡΙΣ ΠΑΡΑΠΛΑΝΗΣΗ)	74
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.4 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΡΙΚΗΣ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ.....	81
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1 ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΜΕΤΟΧΩΝ LUFTHANSA	121
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ 2017-2019	122
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3 ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ 2020-2022.....	123
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.4 ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΩΝ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2017-2019	126
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5 ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΩΝ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2020-2022	127
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.6 QQ PLOTS ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ 2017-2019	128
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.7 QQ PLOTS ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ 2020-2022	129

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Ο ΚΛΑΔΟΣ ΤΗΣ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

1.1 Εισαγωγή

Ο τουρισμός είναι ένας από τους κατεξοχήν σημαντικότερους κλάδους στη σημερινή κοινωνία. Στο σύνολο του διαμορφώνει ένα δίκτυο από ξενοδοχεία, μεταφορικά μέσα, πρακτορεία, πολιτιστικά και πολιτισμικά κέντρα που λειτουργούν εύρυθμα και συλλογικά μεταξύ τους επιδιώκοντας την ολοένα κι αυξανόμενη ελκυστικότητα πληθυσμού σε ένα μέρος. Η παγκόσμια εξέλιξη τόσο σε τεχνολογικούς, πολιτικούς όσο και πολιτιστικούς παράγοντες επιτρέπουν την ελεύθερη διασυνοριακή μεταβίβαση πληθυσμού από μια χώρα σε μια άλλη διαμορφώνοντας ένα προσεκτικά σχεδιασμένο δίκτυο μεταφορικών μέσων προς χρήση.

Η ανακάλυψη της αεροδυναμικής και κατ' επέκταση του κλάδου αεροπορικής βιομηχανίας καθόρισε αρκετά την εξέλιξη της κοινωνίας του σήμερα. Από την πρώτη στιγμή εκτέλεσης επιτυχημένων πτήσεων, οι άνθρωποι προσπάθησαν να εκμεταλλευτούν στο μέγιστο τις δυνατές παροχές του αεροπλάνου σε τομείς όπως η πολιτική, το εμπόριο και οι κοινωνικές σχέσεις. Η παροχή ενός διατλαντικού μεταφορικού μέσου με ταχύτητα, ακρίβεια και ασφάλεια αποτέλεσε καθοριστικό παράγοντα στην γέννηση της παγκοσμιοποίησης, της διεθνώς συνδεδεμένης ποιότητας ζωής αλλά και των οικονομικών διεθνών εξελίξεων.

Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγραφεί η ιστορική εξέλιξη του αεροπορικού βιομηχανικού κλάδου, η συμβολή του στα παγκόσμια ιστορικά δεδομένα αλλά και το ρυθμιστικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε κατά την διάρκεια των ετών για την ορθή λειτουργία του. Κατόπιν, θα δοθεί μια σύντομη εικόνα του σύγχρονου εξωτερικού περιβάλλοντος (2019-2022) για τον κλάδο ενώ ταυτόχρονα, θα αναφερθούν οι επικρατέστερες επιδοκμασίες που έφερε ο ιός Covid-19 και η αύξηση των τιμών στα καύσιμα χάρη στον Πόλεμο που εξελίσσεται στην Ευρώπη. Στη συνέχεια, θα ταξινομηθούν οι δραστηριότητες του κλάδου της αεροπορίας και θα γίνει προσέγγιση των ανταγωνιστικών χαρακτηριστικών των αερομεταφορών έναντι των άλλων μέσων μεταφοράς. Τέλος, θα αναφερθούν το ρυθμιστικό πλαίσιο, η ποσοτική συνεισφορά και οι σημαντικότερες προκλήσεις του κλάδου της αεροπορίας στην Ευρώπη.

1.2 Ιστορική Εξέλιξη της Αεροπορικής Βιομηχανίας

Για αρκετά χρόνια, εικασίες γίνονταν από διάφορους σπουδαίους επιστήμονες όπως ο Sir George Cayley, ο Leonardo da Vinci, ο Felix du Temple, ο Otto Lilienthal, ο Clement Ader και πολλοί άλλοι, σχετικά με την διαμόρφωση ενός μηχανοκίνητου αεροσκάφους βαρύτερο από τον αέρα ικανό να ταξιδέψει σε μακρινούς τόπους. Παρά τις χρόνιες προσπάθειες του ανθρώπου να σχεδιάσει μια μηχανή ικανή να ταξιδέψει εναέρια, αυτή η οραματική προσπάθεια επιτεύχθηκε μόνο μετά τον 20^ο αιώνα από τους αδερφούς Wright με το αεροσκάφος που ονομάστηκε Flyer.¹

Το Σεπτέμβριο του 1903, το εν λόγω αεροσκάφος, πραγματοποίησε δύο δοκιμαστικές πτήσεις στο Kitty Hawk της Βόρειας Καρολίνας. Αν και η πρώτη δοκιμή του Flyer εκτελέστηκε από τον Wilbur Wright διανύοντας απόσταση 105 ποδιών σε 3,5 δευτερόλεπτα, δεν θεωρήθηκε η πρώτη πτήση με πιλότο καθώς δεν υπήρχε εδαφική εκκίνηση (Thurston, 2000). Αντίθετα, η δεύτερη προσπάθεια από τον αδερφό του Wilbur, τον Orville Wright, καταγράφηκε ως η πρώτη εναέρια πτήση με μηχανοκίνητο αεροσκάφος.

Μέσα στα επόμενα χρόνια η δυναμικότητα του αεροπορικού κλάδου εξελίχθηκε εντυπωσιακά καταγράφοντας συνεχόμενα ρεκόρ επιτυχιών. Η ένταξη των αεροπορικών υπηρεσιών στις στρατιωτικές δυνάμεις αλλά και στις αστικές ανάγκες αποτέλεσε την αρχή του αεροπορικού βιομηχανικού κλάδου και της απελευθέρωσης των εναέριων μεταφορών.

1.2.1 Προπολεμικά (1909-1914)

Σε λιγότερο από δεκαετία από την εποχή που τα αδέρφια Wright κατάφεραν να κάνουν μια επιτυχημένη απόπειρα ολοκληρωμένης πτήσης, εξελίχθηκε τόσο η αεροπορική βιομηχανία που σχεδιάστηκε η πρώτη αερογραμμή μεταφοράς επιβατών. Συγκεκριμένα, το 1909 ιδρύθηκε η πρώτη αεροπορική εταιρεία με έδρα στην Φρανκφούρτη της Γερμανίας με ονομασία Deutsche Luftschiffahrts-Aktiengesellschaft (DELAG). Οι μεταφορές πραγματοποιούνταν με αεροσκάφη ελαφρύτερα από τον αέρα κατασκευασμένα από τον Count Zeppelin (Davies, 1964). Το διάστημα λειτουργίας από το Μάρτιο του 1912 έως και το Νοέμβριο του 1913 πραγματοποιήθηκαν 881 πτήσεις, καλυφθήκαν 65.000χλμ και μεταφέρθηκαν 19.100

¹ https://www.wright-brothers.org/General/About_the_Museum/About_the_Museum.htm

επιβάτες. Πάραυτα, η συγκεκριμένη αερογραμμή κατακρίνεται από πολλούς λόγω του γεγονότος ότι επρόκειτο κυρίως για διαδρομές ψυχαγωγίας αντί πραγματικής υπηρεσίας. Ο Α΄ Παγκόσμιος Πόλεμος τερμάτισε την αερογραμμή ενώ τα αεροσκάφη γνωστά ως Zeppelin, χειρίζονταν πλέον από τον γερμανικό στρατό.

Μέσα στο ίδιο κλίμα εμπιστοσύνης ως προς τις αερομεταφορές, αναπτύχθηκε το 1911, το πρώτο σταθερό σύστημα αεροπορικού ταχυδρομείου για διάστημα τριών εβδομάδων από την αεροπορική εταιρεία Grahame - White. Τα δρομολόγια πραγματοποιούνταν ανάμεσα στο Λονδίνο και το Ουίντσορ με σκοπό την παράδοση αναμνηστικών φακέλων προς τιμήν του βασιλιά Γεώργιος Ε΄ του Ηνωμένου Βασιλείου (Davies, 1964). Παράλληλες προσπάθειες μεταφοράς ταχυδρομείου γίνονταν και σε άλλες περιοχές τόσο της Ευρώπης όσο και της Αμερικής ενώ το 1918 ιδρύθηκε στις ΗΠΑ η πρώτη επίσημη παροχή υπηρεσιών αερομεταφοράς ταχυδρομείου με την υποστήριξη στρατιωτικών πιλότων από την κυβέρνηση. Η τελευταία διαδρομή αερομεταφοράς ταχυδρομείου έλαβε χώρα στη 1^η Σεπτεμβρίου του 1927, λίγο πριν την έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου.

1.2.2 Α' Παγκόσμιος Πόλεμος (1914-1918)

Η οικονομική ενίσχυση των εμπόλεμων κυβερνήσεων κατά την διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου αποτέλεσε την ουσιαστικότερη συμβολή για την πετυχημένη αλλά και εντατική ανάπτυξη του αεροπορικού βιομηχανικού κλάδου (Loftin, 1985). Ανάπτυξη υπήρξε κυρίως στην Ευρώπη καθώς στις ΗΠΑ χρησιμοποιούσαν αξιόπιστα ευρωπαϊκά αεροσκάφη προηγούμενης παραγωγής.

Η ανάγκη άμεσης σχεδίασης και ελέγχου των αεροσκαφών έκανε τους ρυθμούς ανάπτυξης των ικανοτήτων τόσο των μηχανικών όσο και των πιλότων να εκτοξευτούν προσφέροντας εξειδικευμένα αεροσκάφη με πολλές δυνατότητες. Ορισμένα από τα αναγνωρισμένα αεροσκάφη που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν μαχητικά, ανιχνευτικά και μεταφορικά μοντέλα. Στην τελευταία κατηγορία εντάχθηκαν οι μεταφορές αγαθών, σημαντικών αρχείων και επιβατών. Αξίζει να σημειωθεί πως μια από τις γνωστότερες κατασκευαστικές αεροσκαφών, η Boeing Company, ιδρύθηκε εν μέσω πολέμου στο Σικάγο του Ιλλινόις συμβάλλοντας στον αγώνα με δύο υδροπλάνα στο Ναυτικό των ΗΠΑ.

1.2.3 Μεταπολεμικά (1919-1938)

Μετά το τέλος του πολέμου (1919), λειτούργησε μια ακόμα γερμανική αερογραμμή με την ονομασία Deutsche Luft-Reederei (D.L.R.), όπου το 1923 αναδιοργανώθηκε λαμβάνοντας την επωνυμία Aero Lloyd AG. Το 1926, η γερμανική κυβέρνηση ανάγκασε την αεροπορική εταιρεία να συγχωνευθεί με την Junkers Luftverkehr για να σχηματίσουν την Deutsche Luft Hansa, τον αερομεταφορέα της Δημοκρατίας της Βαϊμάρης. Αργότερα, η αεροπορική εταιρεία έλαβε την τελική μορφή της γνωστή μέχρι και σήμερα, ως Lufthansa AG (Davies, 1964).

Την ίδια χρονική στιγμή, με ιδρυτικό μέλος την αεροπορική εταιρεία DLR, ξεκίνησε η βασική ιδέα της Διεθνούς Ένωσης Αεροσκαφών (*International Air Traffic Association- IATA*). Ως στόχο είχε τον συντονισμό της εναέριας κυκλοφορίας και πιθανών διεθνή νομικών ζητημάτων. Η εν λόγω συμφωνία αντικαταστάθηκε στην συνέχεια από μια πιο έγκυρη στο τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου.

Το 1925, ύστερα από πιέσεις του υπουργείου ταχυδρομείου των ΗΠΑ επικυρώθηκε η νομοθετική πράξη Kelly όπου διασφάλισε την χορήγηση συμβολαίων αερομεταφοράς επιστολών αλλά και επιβατών σε ιδιωτικές επιχειρήσεις. Αυτά τα συμβόλαια αποτέλεσαν σημαντικό αρχικό κεφάλαιο της μετέπειτα αεροπορικής βιομηχανίας (Wensveen, *Air Transportation A Management Perspective (Sixth Edition)*, 2007).

1.2.4 Β' Παγκόσμιος Πόλεμος (1939-1945)

Την 1^η Νοεμβρίου του 1944 στο Σικάγο, έλαβε χώρα το Διεθνές Συνέδριο Πολιτικής Αεροπορίας (*International Civil Aviation Organization - ICAO*) με πρωταρχικό σκοπό την διαμόρφωση ενός διεθνή δικτύου αερομεταφορών με έμφαση στην πολιτική αεροπορία λόγω εμπόλεμης κατάστασης. Το ICAO έχει ένα κυρίαρχο σώμα, τη συνέλευση, και ένα σώμα διαχείρισης όπου αποτελούν συνολικά τα όργανα λήψης και εκτέλεσης αποφάσεων. Ο λόγος συγκρότησης του ICAO ήταν η διασφάλιση στον μέγιστο δυνατό βαθμό της παγκόσμιας συνεργασίας σε θέματα συντονισμού της διεθνούς αεροναυτιλίας, στις επιμέρους αρχές και τεχνικές που θα την διέπουν καθώς και στην διαμόρφωση ρυθμιστικών κανόνων και προτύπων στα οποία τα εμπλεκόμενα κράτη οφείλουν να υπακούν.

Η σύμβαση υπογράφηκε από 52 μέλη τον Δεκέμβριο του 1944 στο Σικάγο. Ένας εκ των συμφωνηθέντων όρων αφορούσε την δημιουργία ενός Προσωρινού Διεθνή Οργανισμού Πολιτικής Αεροπορίας (*Provisional International*

Civil Aviation Organization - PICAΟ), όπου θα είχε τεχνικό και συμβουλευτικό χαρακτήρα σε θέματα που αφορούσαν τις αερομεταφορές με μοναδικό στόχο την ασφαλή και μεθοδική εξέλιξη του αεροπορικού τομέα με δίκαιες ευκαιρίες από όλα τα κράτη. Ο PICAΟ αποτελούταν από κυρίαρχα κράτη χωρίς όμως να κατέχουν οικονομική ή πολιτική ισχύ στις διεθνείς αερομεταφορές. Με την είσοδο είκοσι τριών μελών στην σύμβαση, ο εν λόγω φορέας απέκτησε μόνιμη φύση με την ονομασία ICAO, ενώ τον Οκτώβριο του 1947 ενσωματώθηκε ως αρχή στις υπηρεσίες των Ηνωμένων Εθνών υπό το Οικονομικό και Κοινωνικό Συμβούλιο (*Economic and Social Council - ECOSOC*).²

Μια δεύτερη συμφωνία στη σύμβαση του Σικάγο σχετιζόταν με την απαραίτητη συμμόρφωση όλων των συμβαλλομένων με τα αναρτημένα πρότυπα και όρια που θα επιβάλλει το συμβούλιο. Συγκεκριμένα, τα πρότυπα του ICAO αναπτύσσονται μέσα από τους εξής κανονισμούς:

- **Πρότυπα και Προτεινόμενες Πρακτικές του ICAO:** Τα SARPs (*Standards and Recommended Practices*) αφορούν τεχνικές προδιαγραφές όπου καλύπτουν μια ολόκληρη κλίμακα θεμάτων από την χορήγηση αδειών των αεροπόρων μέχρι τη μεταφορά των επικίνδυνων φορτίων.
- **Διαδικασίες για τις Υπηρεσίες Αεροναυτιλίας:** Πρόκειται για λεπτομερείς κανονισμούς και λειτουργικές πρακτικές που εκτίθενται στο SARPS και καλούνται ως PANS (*Procedures for Air Navigation Services*).
- **Περιφερειακές Συμπληρωματικές Διαδικασίες:** Γνωστά ως SUPPs (*Supplementary Urban Processes*).
- **Υλικό Καθοδήγησης με Διάφορα Σχήματα**

Σύμφωνα με τα παραπάνω, κάθε εμπλεκόμενο μέλος στην σύμβαση οφείλει να γνωρίζει και να υπακούει στα συμφωνηθέντα πρότυπα που έχουν οριστεί από το ICAO. Οι πρακτικές αυτές δεν αφορούν απλά τεχνικές προδιαγραφές και όρια αλλά ρυθμιστικά πλαίσια σε θέματα ασφάλειας, λειτουργίας και ίσης ευκαιρίας.

² <https://www.icao.int/sustainability/pages/economic-policy.aspx>

1.2.5 Σύγχρονες Συνθήκες (1946-σήμερα)

Η Συνθήκη των Βερμούδων που υπογράφηκε το 1946 ανάμεσα στην Βρετανία και τις ΗΠΑ, αποτέλεσε μια συμφωνία απελευθέρωσης πρότυπο για όλες τις μετέπειτα διμερείς συμφωνίες. Η εν λόγω συνθήκη περιλάμβανε ανταλλαγή αεροπορικών δικαιωμάτων, υπηρεσιών και ελεύθερης πρόσβασης στις αντίστοιχες αγορές (Wensveen, *Air Transportation A Management Perspective (Sixth Edition)*, 2007).

Όλες οι διμερείς συμφωνίες ήταν διακρατικές συγκαταθέσεις παραχώρησης δικαιωμάτων κυρίως εμπορικής φύσης περιλαμβάνοντας διοικητικούς και οικονομικούς όρους. Ο οργανισμός του IATA κρίθηκε ως καταλληλότερος για την ρύθμιση των ναύλων, της χωρητικότητας, των δρομολογίων, των ταριφών και ενδο-εταιρικών συμφωνιών. Ωστόσο, η τιμολόγηση των κομίστρων έπρεπε να εγκριθεί τόσο από τις αρχές της Πολιτικής Αεροπορίας των διεθνών κρατών (*Multilaterals*) όσο και από τις δύο εμπλεκόμενες κυβερνήσεις (*Bilaterals*). Δεδομένου, όμως, του αποκλειστικού ελέγχου των κυβερνήσεων και των σταθερών τιμών του IATA, αναπτύχθηκε αναποτελεσματικός ανταγωνισμός εντός των κρατών με αποτέλεσμα την ώθηση των επιβατών σε αναξιόπιστων αερογραμμών χαμηλότερου κόστους και σε ασιατικές αερογραμμές, που δεν υπάκουαν στους κανονισμούς του IATA.

Το 1978, ύστερα από αρκετές πιέσεις σχετικά με τον αναποτελεσματικό ανταγωνισμό, η αμερικανική κυβέρνηση ξεκίνησε την μείωση των ρυθμιστικών ελέγχων και την διαπραγμάτευση νέων διεθνών φιλελεύθερων στόχων σχετικά με τις αεροπορικές υπηρεσίες. Η μείωση των ρυθμιστικών ελέγχων πυροδότησε την αρχή της διεθνούς αεροπορικής απελευθέρωσης. Η Ευρώπη μετά το 1984 και μέσα από την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, επέκτεινε τις απορρυθμίσεις στις μέχρι τότε συμφωνίες προσφέροντας στα μέλη της υψηλότερα επίπεδα ενιαίας αγοράς.

Στις 24 Μαρτίου 1992 υπογράφηκε στο Ελσίνκι μετά από διαπραγμάτευση των μελών του NATO (*North Atlantic Treaty Organization*) και του Συμφώνου της Βαρσοβίας, η Συνθήκη Ανοιχτών Ουρανών (*Open Skies Treaty*) όπου θεσπίζει ένα πρόγραμμα άοπλων πτήσεων εναέριας επίβλεψης στα συμμετέχοντα μέλη με παροχή στρατιωτικών πληροφοριών. Η διμερής συμφωνία Open Skies περιλάμβανε κυρίως ζητήματα μείωσης ελέγχων στην είσοδο, την ελεύθερη τιμολόγηση ενώ παράλληλα, θα περιόριζε την άσκοπη κυβερνητική παρέμβαση με εξαίρεση τις ανεπιθύμητες ενέργειες.

Σε αυτό το σημείο είναι χρήσιμη η αναφορά των εννέα επιπέδων ελευθερίας σύμφωνα με τον John G. Wensveen στο βιβλίο του με τίτλο “*Air Transportation: A Management Perspective*”, των αερομεταφορών βασισμένα σε κανονισμούς που έχουν αναπτυχθεί από την αρχή της αεροπορικής βιομηχανίας. Στην συνέχεια, περιγράφονται συνοπτικά οι τεχνικές και εμπορικές συμφωνίες ελευθερίας ανάμεσα στα έθνη ενώ στο Διάγραμμα 1.1 γίνεται η οπτικοποίηση αυτών για καλύτερη κατανόηση. Επομένως:

1^η Ελευθερία: Το δικαίωμα πτήσης πάνω από ξένη χώρα χωρίς προσγείωση.

2^η Ελευθερία: Το δικαίωμα ανεφοδιασμού καυσίμων ή συντήρησης σε ξένη χώρα χωρίς επιβίβαση ή αποβίβαση επιβατών ή φορτίου.

3^η Ελευθερία: Το δικαίωμα να πετάξει κάποιος από τη χώρα του σε άλλη χώρα.

4^η Ελευθερία: Το δικαίωμα να πετάξει κανείς από άλλη χώρα στη δική του.

5^η Ελευθερία: Το δικαίωμα να πετάξει κανείς μεταξύ δύο ξένων χωρών με πτήση που προέρχεται ή καταλήγει στη χώρα του.

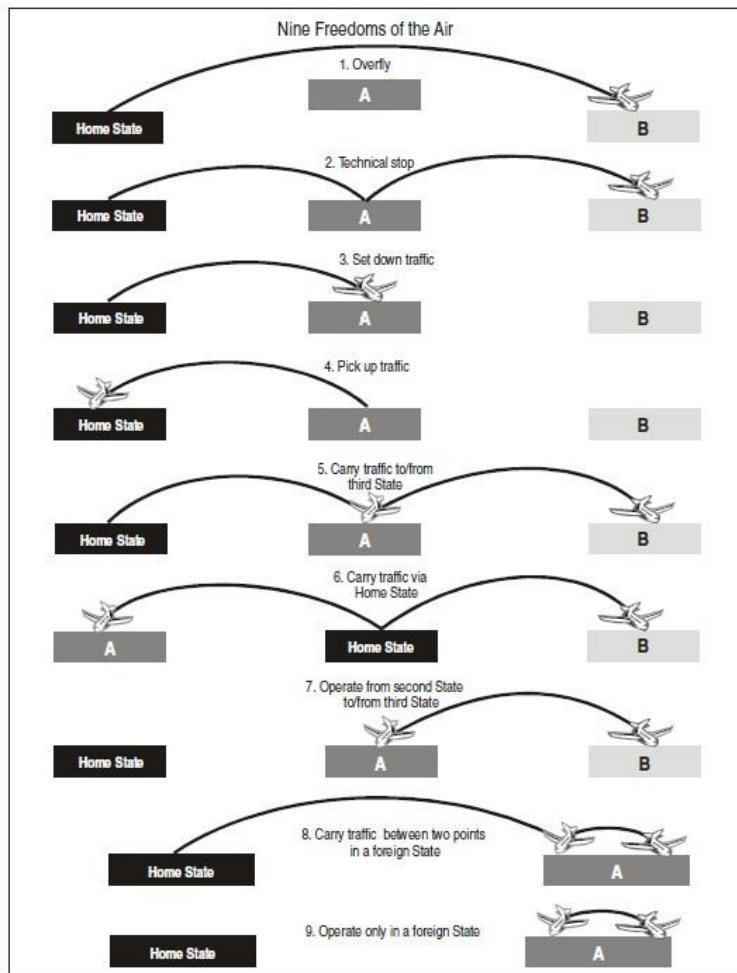
6^η Ελευθερία: Το δικαίωμα να πετάξει κανείς από μια ξένη χώρα σε μια άλλη ενώ σταματά στη χώρα του για μη τεχνικούς λόγους.

7^η Ελευθερία: Το δικαίωμα πτήσης μεταξύ δύο ξένων χωρών, όπου οι πτήσεις δεν αγγίζουν τη χώρα του.

8^η Ελευθερία: Δικαίωμα πτήσης εντός ξένης χώρας, έχοντας ξεκινήσει από ή συνεχίζοντας προς τη χώρα του.

9^η Ελευθερία: Δικαίωμα πτήσης εντός ξένης χώρας χωρίς να συνεχίσει κανείς στη χώρα του.

Οι πρώτες τρεις ελευθερίες έχουν διαμορφωθεί έτσι ώστε να θεωρούνται τεχνικές διευκολύνσεις από ένα κράτος σε ένα άλλο Α ή και Β. Αντίθετα οι επόμενες έξι αποτελούν εμπορικές διμερείς ή πολυμερείς συμφωνίες ανοικτών αγορών. Η παροχή έως και της ενάτης ελευθερίας είναι εξαιρετικά σπάνια εκτός Ευρώπης. Ενώ οι προαναφερθείσες διμερείς συμφωνίες Open Skies παρέχουν το δικαίωμα και της πέμπτης εναέριας ελευθερίας, η αγορά της Ευρώπης επιτρέπει έως και την ένατη ελευθερία σε κάθε ένα από τα κράτη - μέλη της ΕΕ.



Πηγή: ICAO, 2022

Διάγραμμα 1.1

Οι εννέα οριζόμενες εναέριας ελευθερίες μεταξύ κρατών

Η αεροπορική βιομηχανία κατάφερε σε λιγότερο από εκατό χρόνια να προσδιορίσει την τεχνολογία της, να σχεδιάσει το δίκτυο και το ρυθμιστικό πλαίσιο μέσα στο οποίο αναπτύσσεται και να αποτελεί σήμερα έναν διεθνώς ευεργετικό κλάδο που απασχολεί εκατομμύρια ανθρώπους, επιχειρήσεις και κράτη. Εξαιτίας της φύσης των αερομεταφορών που αφορούν περισσότερες από μια χώρες και ηπείρους, είναι λογική η κρατική παρέμβαση. Η διαχρονική εξέλιξη τόσο της τεχνολογίας, των πολιτικό-οικονομικών συμφερόντων όσο και του πολιτιστικού επιπέδου της γενικότερης κοινωνίας επέτρεψαν την διαμόρφωση του σύγχρονου πλαισίου μέσα στο οποίο δρα και λειτουργεί η αεροπορική βιομηχανία. Οι συμφωνηθέντες συνθήκες, οι επιτρεπόμενες αεροπορικές ελευθερίες και οι συλλογικές δράσεις ορίζουν σήμερα ένα πλούσιο, αναπτυσσόμενο και ηγετικό κλάδο.

1.3 Σύγχρονο Εξωτερικό Περιβάλλον του Αεροπορικού Κλάδου

Ο κλάδος των αεροπορικών μεταφορών είναι ένα παγκόσμιο δίκτυο φορέων εκμετάλλευσης εμπορικών αεροσκαφών, αεροδρομίων, παροχών υπηρεσιών αεροναυτιλίας και κατασκευαστών αεροσκαφών. Πρόκειται για ένα κλάδο που ορίζει την απελευθέρωση συνόρων, την ενιαία αγορά και τον παγκόσμιο τουρισμό. Έως και το 2019, λίγο πριν την εμφάνιση της πανδημίας του Covid-19, ο αεροπορικός κλάδος στήριζε με τις παροχές του ένα αρκετά μεγάλο κομμάτι της παγκόσμιας οικονομίας και την διασφάλιση της εργασίας. Συγκεκριμένα, το 2019, όπου κατέγραψε ρεκόρ πτήσεων ο κλάδος, καταγράφηκε συμβολή του κλάδου στο παγκόσμιο ΑΕΠ με ποσοστό ίσο με 4,1%, κοντά στα 3,5 τρισεκατομμύρια δολάρια ενώ τα τουριστικά έσοδα αποτελούσαν το 1 τρισεκατομμύριο δολάρια.³

Οι παροχές των αεροπορικών εταιρειών παγκόσμια έφτασαν στην κορυφή της ζήτησης με το 58% των διεθνών τουριστών να επιλέγουν εναέρια μέσα για τις μεταφορές τους. Έως και την εποχή της πανδημίας, η εξέλιξη του κλάδου ήταν πρωτοφανής, με το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού να υποστηρίζει τις υπηρεσίες του. Με την δραματική εξάπλωση του ιού, Covid-19 και τον αναγκαστικό εγκλεισμό του πληθυσμού στα σύνορα των κρατών, οι εναέρια μεταφορές έπεσαν κατακόρυφα ενώ τα έσοδα των αεροπορικών εταιρειών υπέστησαν ανεπανόρθωτες ζημιές. Οι δυσάρεστες εκπλήξεις για τον κλάδο την τελευταία διετία δεν τέλειωσαν με την εξάπλωση του ιού, καθώς ένας από τους συχνά εμφανιζόμενους εξωτερικούς παράγοντες πλήξης ενός κλάδου έκανε την εμφάνιση του με τον πόλεμο στην Ουκρανία και το μπλόκο των Ρώσων στις παροχές φυσικών πόρων. Στην συνέχεια, θα γίνει λεπτομερής παρουσίαση του ταλαντευόμενου εξωτερικού περιβάλλοντος που επηρέασε τον αεροπορικό κλάδο τα τελευταία χρόνια.

Έτος 2019

Κατά την διάρκεια των περασμένων ετών, ο κλάδος των αερομεταφορών αποκτούσε ολοένα και περισσότερη φήμη, δελεάζοντας ακόμα υψηλότερο ποσοστό ταξιδιωτών. Έως και το 2019, είχαν διαμορφωθεί 1,478 εμπορικές αεροπορικές εταιρείες παγκόσμια. Το ίδιο έτος, σύμφωνα με το Διάγραμμα 1.2, η πληρότητα του συντελεστή

³ ICAO-Report: Aviation Benefits Beyond Borders, 2020

φορτίου επιβατών έφτασε το 82,4% και ταυτοχρόνως, η εμπορευματική πληρότητα μειώθηκε στο 46,7%.⁴



Πηγή: IATA – World Air Transport Statistics, 2020

Διάγραμμα 1.2

Ποσοστό επιβατικού και εμπορευματικού φορτίου από το 2001 - 2019

Η εντυπωσιακή εξέλιξη έκανε το έτος του 2019 να θεωρηθεί ευεργετικό για τον κλάδο καθώς αποτέλεσε το διαχρονικά κορυφαίο έτος πωλήσεων πριν το καταστροφικό γεγονός πολλών οικονομικών δραστηριοτήτων που επήλθε με την πανδημία του ιού, Covid-19.

Αναλυτικότερα, οι αεροπορικές εταιρείες μετέφεραν παγκόσμια σχεδόν 4,5 δισεκατομμύρια επιβάτες το 2019, με έσοδα επιβατικών χιλιομέτρων κοντά στα 8,7 τρισεκατομμύρια ευρώ όπως διακρίνεται στον Πίνακα 1.1. Παράλληλα, διακίνησαν 57,6 εκατ. τόνους φορτίων με μείωση της προγραμματισμένης συνολικής εμπορευματικής κίνησης, εκφρασμένη σε όρους προγραμματισμένων συνολικών τόνο-

⁴ https://aviationbenefits.org/media/167517/aw-oct-final-atag_abbb-2020-publication-digital.pdf

χιλιομέτρων εμπορευματικών μεταφορών (FTKs) ίση με-2,9 τοις εκατό από το περασμένο έτος.

Πίνακας 1.1

Παγκόσμιο Αεροπορικό Εισόδημα από το 2010 - 2019

Year	Passengers		Passenger-km		Freight tonnes		Freight tonne-km		Mail tonne-km		Revenue tonne-km	
	(millions)	Annual increase %	(millions)	Annual increase %	(millions)	Annual increase %	(millions)	Annual increase %	(millions)	Annual increase %	(millions)	Annual increase %
2010	2 708	8.7	4 930 250	8.0	48.0	19.2	188 448	19.8	4 653	5.1	650 411	11.7
2011	2 873	6.1	5 254 557	6.6	49.0	2.2	189 013	0.3	4 797	3.1	682 686	5.0
2012	3 007	4.6	5 535 641	5.3	48.4	-1.4	187 042	-1.0	4 978	3.8	706 500	3.5
2013	3 141	4.5	5 839 696	5.5	49.5	2.3	187 786	0.4	5 354	7.5	736 486	4.2
2014	3 320	5.7	6 188 735	6.0	51.1	3.3	196 528	4.7	5 823	8.8	779 667	5.9
2015	3 560	7.2	6 652 791	7.5	51.3	0.5	199 051	1.3	6 276	7.8	827 299	6.1
2016	3 798	6.7	7 144 498	7.4	53.2	3.7	206 175	3.6	6 403	2.0	878 141	6.1
2017	4 066	7.1	7 716 542	8.0	57.0	7.1	225 167	9.2	7 139	11.5	952 960	8.5
2018	4 331	6.5	8 278 782	7.3	58.8	3.2	231 750	2.9	7 070	-1.0	1 011 515	6.1
2019	4 486	3.6	8 685 667	4.9	57.6	-2.1	225 001	-2.9	6 778	-4.1	1 042 878	3.1

Πηγή: ICAO - The World of Air Transport, 2020

Τα συνολικά έσοδα από την διακίνηση φορτίων έφτασαν τα 1,04 δις. δολάρια με σχετικά φθίνοντα ρυθμό αύξησης από ότι 2018.

Έτος 2020

Στα τέλη του 2019, με πρώτη καταγραφή κρούσματος στην Γιουχάν της Κίνας, ξεκίνησε η εξάπλωση του ιού Covid-19 στις περισσότερες χώρες του πλανήτη. Ο ιός, γνωστός και ως οξεία αναπνευστική νόσος 2019-nCoV, είναι μία μολυσματική ασθένεια που αναπτύχθηκε από τον κορονοϊό SARS-CoV-2 προκαλώντας λοίμωξη στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου.⁵ Παρά τις συλλογικές προσπάθειες των κρατών να κρατήσουν κλειστά τα σύνορα των χωρών τους, η εξάπλωση του ιού έγινε με ραγδαίους ρυθμούς ταξιδεύοντας στην άλλη άκρη του κόσμου μέσα σε δύο χρόνια. Από το Διάγραμμα 1.3 διακρίνεται πως έως και το 2022, καταγραφόταν μια συνεχής ανοδική πορεία κρουσμάτων με την κορύφωση τον Ιανουάριο του ίδιου έτους. Η κατηφορική εξέλιξη των κρουσμάτων επιτεύχθηκε χάρη της συλλογικής προσπάθειας

⁵ <https://covid19.gov.gr/>

των κυβερνήσεων για ενημέρωση μεθόδων πρόληψης και φυσικά στον μαζικό εμβολιασμό κατά του ιού.

Daily new confirmed COVID-19 cases per million people

7-day rolling average. Due to limited testing, the number of confirmed cases is lower than the true number of infections.



Πηγή: Our World in Data, 2022

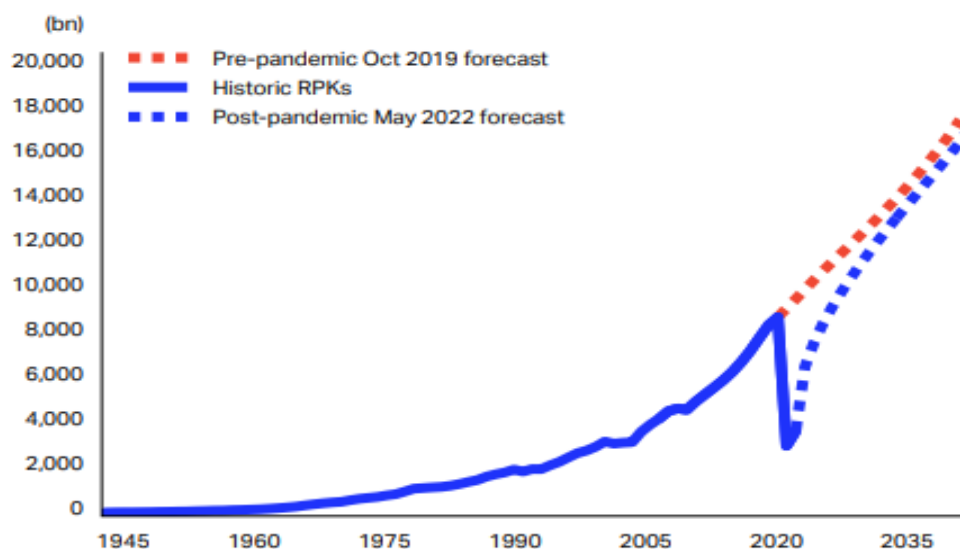
Διάγραμμα 1.3

Καθημερινά καταγραφή κρουσμάτων του ιού Covid-19 από τον Ιανουάριο του 2020 έως τον Οκτώβρη του 2022

Η πανδημία του COVID-19 ήταν άνευ προηγουμένου όσον αφορά την παγκόσμια οικονομία κυρίως λόγω της επιτακτικής ανάγκης αυστηρών μέτρων πρόληψης της μετάδοσης του ιού. Μέσα στην διετή προσπάθεια των κρατών, επιβλήθηκε το κλείσιμο πολλών οικονομικών δραστηριοτήτων αλλά και ο περιορισμένος αριθμός διασυνοριακών μετακινήσεων.

Ο αεροπορικός κλάδος καθώς θεωρήθηκε πιθανό αίτιο επιδείνωσης της κατάστασης σε παγκόσμια κλίμακα, ζημιώθηκε οικονομικά περισσότερο από κάθε άλλον. Οι προβλέψεις για την δυναμική του κλάδου έπεσαν στο κενό μετά την ταχεία και χρόνια εξάπλωση. Με την εγχώρια κρίση, την επιδείνωση των θεμάτων υγείας και τον κατά περιόδους επιβαλλόμενο εγκλεισμό, η ζήτηση για εναέριες μεταφορές μειώθηκε κατακόρυφα από τις αρχές του 2020. Τα κατακόρυφα αρνητικά αποτελέσματα του αεροπορικού κλάδου φαίνονται στο παρακάτω Διάγραμμα 1.4 που δείχνει τα παγκόσμια έσοδα επιβατικών μεταφορών.

Global air passenger traffic: Historic Revenue Passenger-Kilometers and Forecasts



Πηγή: IATA – Global Outlook for Air Transport, Ιούνιος 2022

Διάγραμμα 1.4

Παγκόσμια μεταφορά επιβατών, εισοδήματα και προβλέψεις

Τον Απρίλιο, η επιβατική κίνηση έπεσε κατά 94,4% σε σχέση με τον ίδιο μήνα το προηγούμενο έτος, ενώ παράλληλα, την καλοκαιρινή περίοδο η πληρότητα των θέσεων έφτασε το 57,6%, με μείωση κοντά στο 26,8% από την ίδια περίοδο του 2019.

Πίνακας 1.2

Παγκόσμιο Αεροπορικό Εισόδημα από το 2011 - 2020

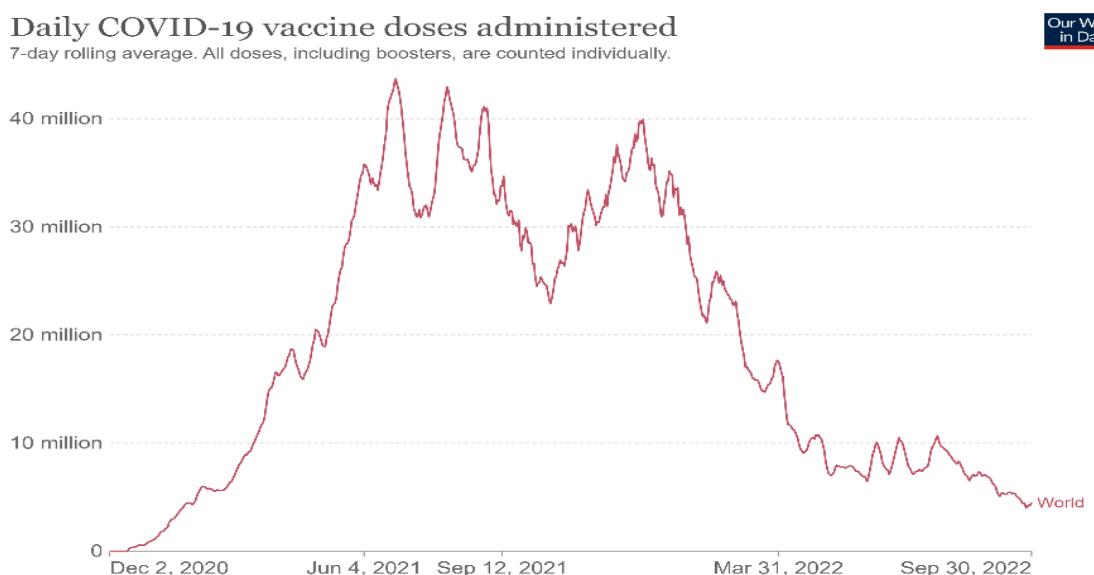
Year	Passengers		Passenger-km		Freight tonnes		Freight tonne-km		Mail tonne-km		Revenue tonne-km	
	(millions)	Annual increase %	(millions)	Annual increase %	(millions)	Annual increase %	(millions)	Annual increase %	(millions)	Annual increase %	(millions)	Annual increase %
2011	2 883	6.1	5 263 525	6.6	49.3	2.2	190 690	0.3	4 913	3.1	689 870	5.0
2012	3 016	4.6	5 545 088	5.3	48.6	-1.4	188 701	-1.0	5 098	3.8	713 935	3.5
2013	3 151	4.5	5 849 663	5.5	49.7	2.3	189 452	0.4	5 482	7.5	744 237	4.2
2014	3 330	5.7	6 199 298	6.0	51.3	3.3	198 271	4.7	5 963	8.8	787 873	5.9
2015	3 571	7.2	6 664 145	7.5	51.6	0.5	200 816	1.3	6 427	7.8	836 006	6.1
2016	3 810	6.7	7 156 691	7.4	53.5	3.7	208 003	3.6	6 556	2.0	887 383	6.1
2017	4 079	7.1	7 729 711	8.0	57.3	7.1	227 164	9.2	7 311	11.5	962 989	8.5
2018	4 345	6.5	8 292 912	7.3	59.1	3.2	233 805	2.9	7 239	-1.0	1 022 161	6.1
2019	4 494	3.4	8 676 650	4.6	58.1	-1.7	228 371	-2.3	7 115	-1.7	1 052 154	2.9
2020	1 792	-60.1	2 990 002	-65.5	48.9	-15.8	190 220	-16.7	4 839	-32.0	474 087	-54.9

Πηγή: ICAO - The World of Air Transport, 2021

Σύμφωνα με τον Πίνακα 1.2, συνολικά το 2020 οι επιβατικές μεταφορές μειωθήκαν κατά 60,1% με αριθμό 1,7 δις. ταξιδιώτες ορίζοντας ετήσια επιβατική πληρότητα στο 65%. Παράλληλα, οι εμπορευματικές μεταφορές φορτίων δεν ακολούθησαν καλύτερη πορεία καθώς οι συνεχόμενες τερματίσεις πτήσεων μείωσαν δραματικά και τις μεταφορές όγκου αγαθών. Αναλυτικά, το 2020, πραγματοποιήθηκε διακίνηση φορτίου ίση με 190 δις. τόνους ανά χιλιόμετρο, ταχυδρομικού περιεχομένου ίση με 4,8 δις. τόνους ανά χιλιόμετρο, ενώ τα συνολικά έσοδα μειωθήκαν κατά 55%.

Έτος 2021

Το 2021 ήταν μια χρονική περίοδος αποκατάστασης τόσο του αεροπορικού κλάδου όσο και των υπολοίπων παγκοσμίων οικονομικών κλάδων. Στις αρχές του 2020, ανακοινώθηκε αποτελεσματικός εμβολιασμός κατά του ιού Covid-19, με αποτέλεσμα να ξεκινήσουν οι μαζικές χορηγήσεις. Προκειμένου να εμβολιαστεί πάνω από το 50% του παγκοσμίου πληθυσμού δεσμεύτηκε ένας χρόνος συλλογικών προσπαθειών. Δεδομένης της σύγχυσης, της αμφισβήτησης και των αντιπαραθέσεων που επικρατούσαν τα έτη 2020-2021, πολλοί ήταν εκείνοι που πίστεψαν στον εμβολιασμό και άλλοι τόσοι που το απέρριψαν.

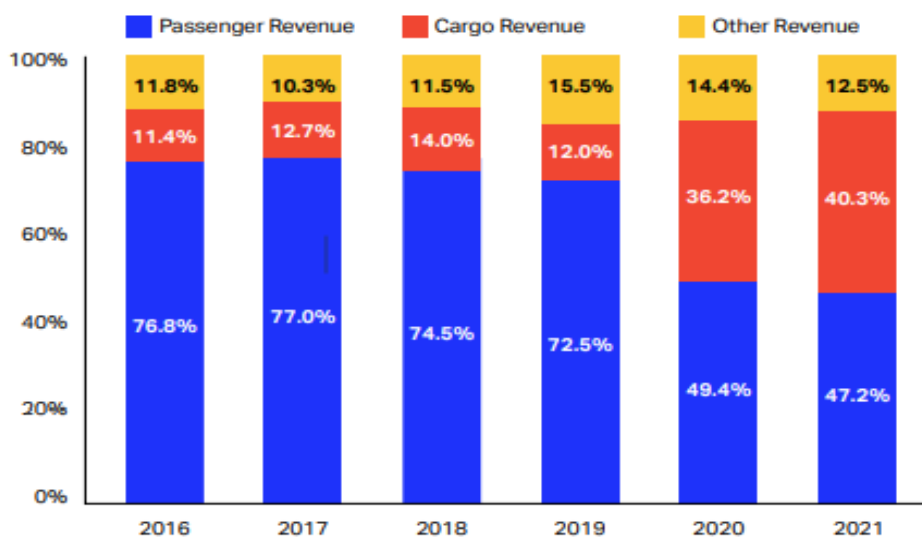


Πηγή: Our World in Data, 2022

Διάγραμμα 1.5

Καθημερινές χορηγήσεις εμβολίου κατά του ιού Covid-19

Η νέα συνθήκη πραγμάτων, επέτρεψε το άνοιγμα της αγοράς και των εναέριων μετακινήσεων σε συγκεκριμένο ποσοστό επιβατών υπό αυστηρούς όρους πρόληψης. Η πληρότητα επιβατικού φορτίου ανέβηκε κατά ένα μικρό ποσοστό δεδομένης της κατάστασης, φτάνοντας το 67% με συνεισφορά κατά 47,2% στις εισπράξεις των αεροπορικών εταιρειών, ενώ εντυπωσιακό γεγονός αποτέλεσε η αύξηση της ζήτησης για αεροπορικές μετακινήσεις εμπορευμάτων στο 56% με συνεισφορά ίση με 40,3% στα συνολικά έσοδα.



Πηγή: IATA – Global Outlook for Air Transport, Ιούνιος 2022

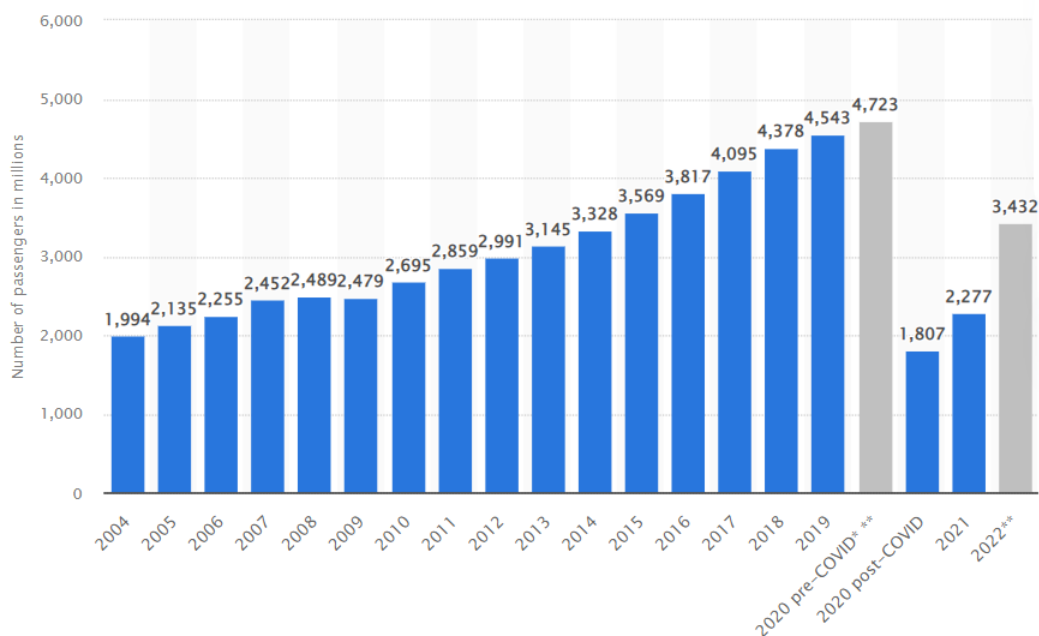
Διάγραμμα 1.6

Ποσοστά συνεισφοράς στα συνολικά αεροπορικά έσοδα από το 2016 - 2021

Η σταδιακή μείωση κρουσμάτων και περιοριστικών μέτρων καταπράυναν τον φόβο του πληθυσμού με αποτέλεσμα την σταθερή αύξηση των τουριστικών κυμάτων. Συνολικά, το 2021 μεταφέρθηκαν 2,2 δις. επιβάτες, η διακίνηση συνολικού φορτίου έφτασε το ένα τρίτο σχεδόν των συνολικών εσόδων των αεροπορικών εταιρειών με το ηλεκτρονικό εμπόριο να αντιπροσωπεύει το 18% των εισπράξεων από την μεταφορά φορτίου.⁶ Τέλος, τα έσοδα επιβατικών χιλιομέτρων άγγιξαν τα 3,623 δις.⁷

⁶ <https://www.cerl.fr/en/air-freight-solid-growth-in-2021/>

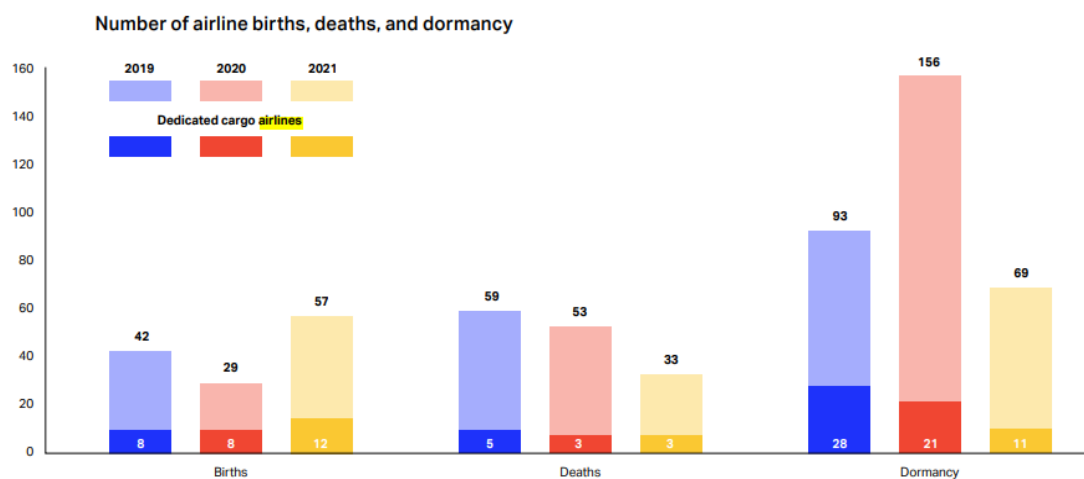
⁷ <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/industry-statistics/>



Πηγή: Statista, 2022

Διάγραμμα 1.7

Αριθμός επιβατών που μεταφέρθηκαν από το 2004 - 2021 (σε εκατομμύρια)



Πηγή: IATA – Global Outlook for Air Transport, Ιούνιος 2022

Διάγραμμα 1.8

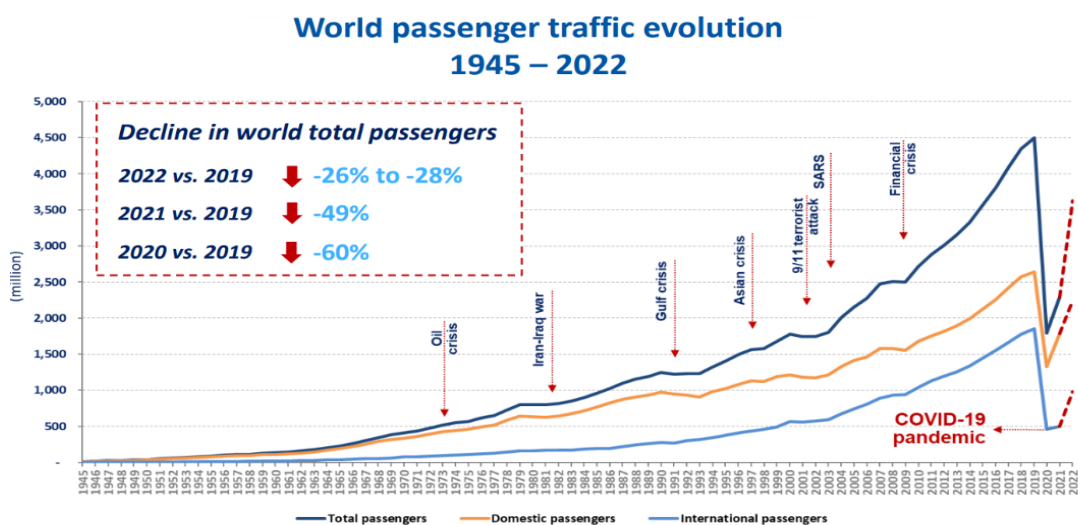
Αριθμός γεννήσεων, θανάτων και αδράνειας σε αεροπορικές εταιρείες από το 2019 - 2021

Μετά το εντυπωσιακό έτος του 2019, οι αεροπορικές εταιρείες στόχευαν σε ακόμα μεγαλύτερο άνοιγμα της αγορά για το επόμενο έτος (πρόβλεψη μεταφοράς 4.723 εκ. επιβατών), κάνοντας επιμέρους επενδύσεις και νέα ανοίγματα. Ως αποτέλεσμα υπέστησαν αδιόρθωτες ζημιές στις οικονομικές τους καταστάσεις και αρκετές αναγκάστηκαν να τερματίσουν τις υπηρεσίες τους ή να τις θέσουν υπό αδράνεια. Στο Διάγραμμα 1.8 διακρίνονται καθαρά κάθε μία κατηγορία για τα έτη 2019 έως 2021.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός πως μεγαλύτερο ποσοστό νέων γεννήσεων αλλά και μικρότερο ποσοστό θανάτων αεροπορικών εταιρειών, πραγματοποιήθηκαν το δύσκολο έτος του 2021 σε σύγκριση με το 2019. Ο βασικός λόγος αφορά την υψηλότερη διαθεσιμότητα αεροσκαφών σε χαμηλότερες τιμές στην αγορά των αεροπορικών μετακινήσεων. Γεγονός που πολλοί επενδυτές αποφασίζουν να αναλάβουν τον κίνδυνο σκεπτόμενοι ευνοϊκά μελλοντικά σενάρια ανασυγκρότησης του κλάδου.

Έτος 2022

Ύστερα από την αποτελεσματική αντιμετώπιση της πανδημίας, το κλείσιμο του οικονομικού έτους τον Δεκέμβριο 2021 προέβλεπε θετική πορεία το ερχόμενο έτος με αυξημένη ζήτηση. Σύμφωνα με το Διάγραμμα 1.9, τα έσοδα από την τουριστική κίνηση αναμένονται κοντά στο -26% με -28% σε σύγκριση με το εντυπωσιακό έτος του 2019.



Πηγή: ICAO - Economic Impact Analysis of Covid-19, Σεπτέμβριος 2022

Διάγραμμα 1.9

Διεθνής εξέλιξη εναέριας επιβατικής κίνησης από το 1945 - 2022

Παρόλες τις έντονες συλλογικές προσπάθειες ενδυνάμωσης της παγκόσμιας οικονομίας και κατ' επέκταση της ελεύθερης διακίνησης ανθρώπων και εμπορευμάτων, τον Φεβρουάριο του 2022 ξεκίνησε πόλεμος στον ευρωπαϊκό χώρο με την στρατιωτική εισβολή της Ρωσίας ενάντια στην Ουκρανία.

Ο εν λόγω πόλεμος αποτέλεσε σημαντικό πλήγμα στην παγκόσμια οικονομία με κυριότερα θύματα την Ευρώπη και την Ασία. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.3, ο αεροπορικός κλάδος αναγκάστηκε να τερματίσει τις υπηρεσίες του πάνω από την Ουκρανία, διακόπτοντας το 3,3 % της συνολικής αεροπορικής επιβατικής κίνησης στην Ευρώπη και στο 0,8% της συνολικής κυκλοφορίας παγκοσμίως, συγκριτικά με το προηγούμενο έτος. Παράλληλα, η Ρωσία απαγόρευσε στις περισσότερες παγκόσμιες αεροπορικές εταιρείες να εισέρχονται ή να πετούν πάνω από την χώρα ενώ η διεθνής εναέρια κυκλοφορία από και προς τη Ρωσία αντιπροσώπευε το 5,7% της συνολικής ευρωπαϊκής κυκλοφορίας το 2021.

Πίνακας 1.3

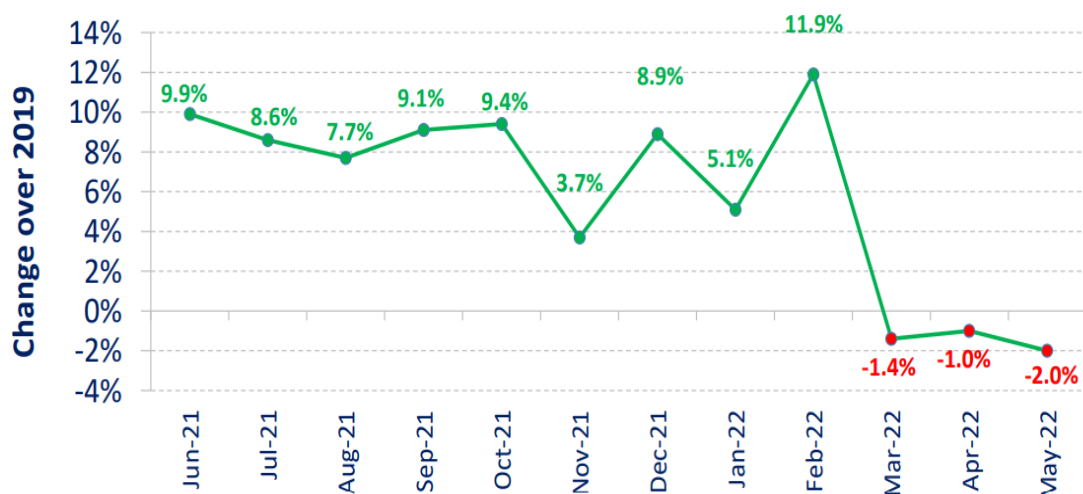
Ευρωπαϊκά και Παγκόσμια Ποσοστά Εναέριας Κίνησης το 2021

% share of passenger number in 2021	Total European traffic (excl. Russia domestic)	Global traffic
Ukraine	3.3%	0.8%
Belarus	0.3%	0.1%
Moldova	0.4%	0.1%
Russia international	5.7%	1.3%

Source: IATA Economics using DDS data

Αντίστοιχα, διακόπηκε το εναέριο εμπόριο από και προς τις δύο χώρες που αντιπροσώπευε το 0,9% της παγκόσμιας συνολικής διακίνησης φορτίου κατά το προηγούμενο έτος. Σημαντική παρατήρηση που διακρίνεται στο Διάγραμμα 1.10 αφορά την μείωση εμπορευματικής κίνησης σε -2% τον Μάιο του 2022 σχετικά με τον ίδιο μήνα του προηγούμενου έτους. Η αστάθεια στην διακίνηση φορτίων οφείλεται σε διάφορους μακροοικονομικούς παράγοντες που προκλήθηκαν μέσα στο έτος, όπως οι

συνεχόμενες διακοπές στην εφοδιαστική αλυσίδα εξαιτίας του πολέμου στην Ουκρανία.

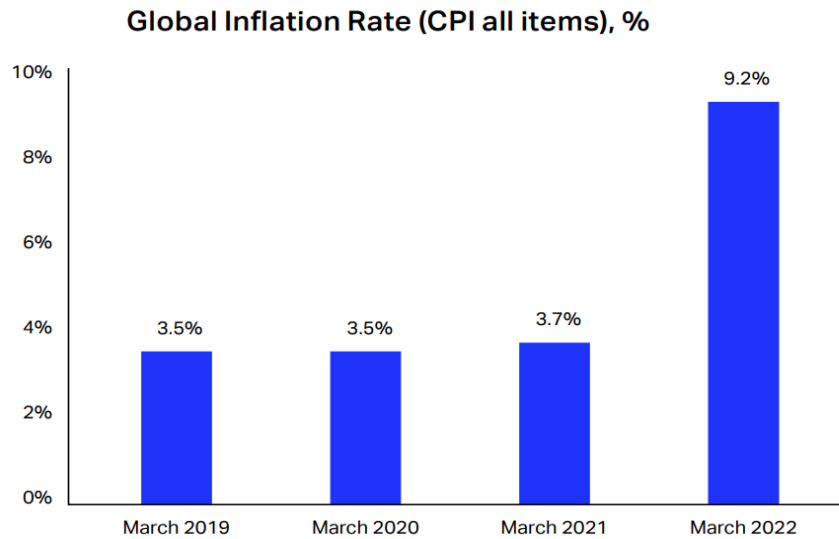


Πηγή: ICAO – Air Transport Monthly Monitor, Ιούλιος 2022

Διάγραμμα 1.10

Ποσοστιαία διαφορά διακίνησης εμπορεύματος το έτος 2022 από το έτος 2019

Η σημαντικότερη επίπτωση του πολέμου ανάμεσα στην Ουκρανία και την Ρωσία, τόσο για τον εναέριο κλάδο όσο και παγκόσμια, αφορά την ενεργειακή κρίση καθώς και τις τιμές των εμπορευμάτων που αναγκαστικά ο παγκόσμιος ιστός προμηθεύεται από τις δύο χώρες. Οι εν λόγω χώρες, αποτελούν σημαντικούς προμηθευτές πετρελαίου, φυσικού αερίου, μετάλλων και σιτηρών, οι τιμές αυτών των εμπορευμάτων έχουν εκτοξευτεί, πυροδοτώντας την ασταμάτητη αύξηση του πληθωρισμού και δημιουργώντας τεράστιες δυσκολίες στην Ευρώπη και κατ' επέκταση σε όλο τον κόσμο. Με την άμεση προσαρμογή των τιμών, τον Μάρτιο του 2022, ένα μήνα μετά την εμφάνιση του πολέμου, ο παγκόσμιος δείκτης πληθωρισμού έφτασε το 9,2% , υπερδιπλάσιο από τον ίδιο μήνα του 2021. Στο Διάγραμμα 1.11 εμφανίζεται λεπτομερώς ο παγκόσμιος δείκτης πληθωρισμού για τον Μήνα Μάρτιο την τελευταία τετραετία, δηλαδή από το 2019 έως το 2022, διακρίνοντας την κατακόρυφη εκτόξευση του τον Μάρτιο του 2022.

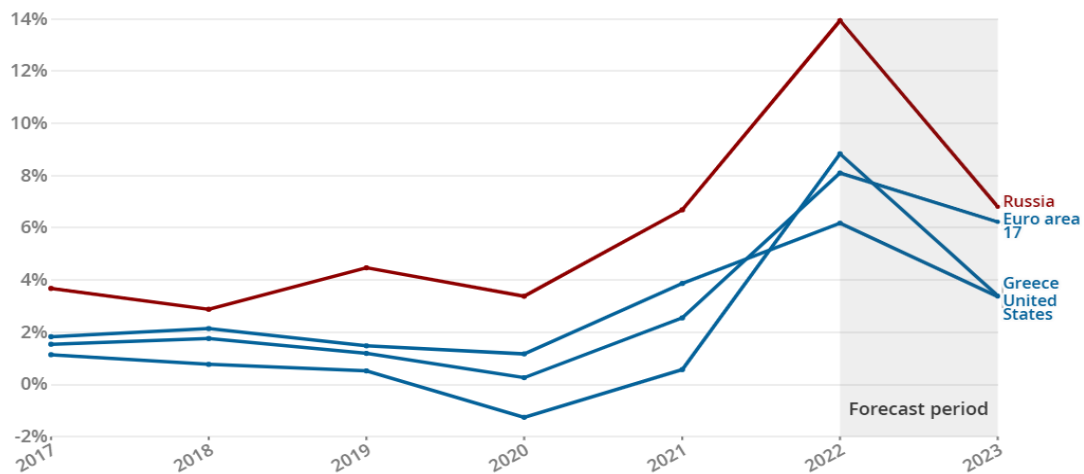


Πηγή: IATA – Global Outlook for Air Transport, Ιούνιος 2022

Διάγραμμα 1.11

Παγκόσμιος δείκτης πληθωρισμού τον μήνα Μάρτιο

Το παρόν έτος, το ύψος του πληθωρισμού σύμφωνα με εκτιμήσεις έχει ανοδική πορεία για όλα τα κράτη έως και το τέλος του έτους, ενώ φαίνεται να επηρεάζει περισσότερο τις εμπλεκόμενες χώρες του πολέμου και τις χώρες της Ευρώπης που απαρτίζουν την άμεση αγορά.



Πηγή: OECD – Economic Outlook Report, Σεπτέμβριος 2022

Διάγραμμα 1.12

Εξέλιξη δείκτη πληθωρισμού και πρόβλεψη από το 2017 - 2023

Μεγάλη πρόκληση για τις αεροπορικές εταιρείες αποτελούν οι διακυμάνσεις των τιμών πετρελαίου εξαιτίας του έντονου πληθωρισμού που κυριαρχεί, καθώς ο κλάδος χαρακτηρίζεται για την αυξημένη χρήση καυσίμων και επομένως, οι αυξομειώσεις των τιμών στο πετρελαίου θα καθορίσουν στο μέλλον τα έσοδα ή τις ζημίες των παροχών αερομεταφοράς.

Η αεροπορική βιομηχανία ως κλάδος είναι κατεξοχήν τουριστικός. Αν και η χρήση αεροσκαφών συνδέεται και με άλλες δραστηριότητες όπως οι στρατιωτικές υπηρεσίες, η κύρια ενασχόληση του κλάδου αφορά τον τουρισμό και τις επαγγελματικές μετακινήσεις. Γενικά, τα ταξίδια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στις διακυμάνσεις, και αυτό έχει τεράστιο αντίκτυπο στα εισοδήματα των αεροπορικών εταιρειών. Ως γνωστόν, το μεγαλύτερο ποσοστό των εισπράξεων των αεροπορικών εταιρειών προέρχεται από τις δεσμευμένες θέσεις επιβατών που έχει η κάθε εταιρεία στις προγραμματισμένες πτήσεις και επομένως, αυτή η φθαρτότητα των εναέριων υπηρεσιών καθιστά τον κλάδο πολύ ευάλωτο σε εξωτερικές κρίσεις.

1.4 Δραστηριότητες και Κόστη Αεροπορικού Κλάδου

Η αεροπορική βιομηχανία εκτελεί υπηρεσίες που καλύπτουν ένα τεράστιο δίκτυο καθημερινών αναγκών. Μέσα από τις ποικίλες κατηγορίες που διακρίνονται ανά αντιπροσωπευτική ανάγκη, η δημοφιλέστερη είναι η τουριστική δραστηριότητα που καλύπτει τις εμπορικές ανάγκες μεταφοράς ανθρώπων και εμπορίου. Σε αυτή την υποενοότητα, θα διακριθούν οι επικρατέστερες ανάγκες κάλυψης που διαχωρίζουν τις υπηρεσίες του αεροπορικού κλάδου ενώ στη συνέχεια, θα δοθεί έμφαση στις τουριστικές δραστηριότητες των αερομεταφορών με τις οποίες ασχολείται η συγκεκριμένη εργασία, αναλύοντας λεπτομερώς τα βασικότερα κόστη της εν λόγω κατηγορίας.

1.4.1 Δραστηριότητες Κλάδου Αερομεταφορών

Ο αεροπορικός κλάδος δραστηριοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών ικανές να εξυπηρετήσουν ένα σημαντικό ποσοστό αστικών, κοινωνικών και πολιτικών αναγκών. Χάρη στη φύση των αερομεταφορών οι υπηρεσίες του κλάδου είναι αναγκαίες και πολλές φορές μοναδικές. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που η εκμετάλλευση των υπηρεσιών του έχουν τόσο μεγάλη έκταση που σχετίζονται σχεδόν με όλες τις βασικές

ανάγκες της σημερινής κοινωνίας. Συγκεκριμένα, οι τομείς των αεροπορικών υπηρεσιών έχουν διαχωριστεί και επομένως, ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες όπου καλύπτουν ανάλογες ανάγκες.

- **Στρατιωτικές Ανάγκες:** Η χρήση στρατιωτικών αεροσκαφών (*Military Aviation*) ή άλλων ιπτάμενων μηχανών για εκδηλώσεις όπως η μεταφορά φορτίου πολιτικού περιεχομένου ή η εναέρια μάχη.
- **Εμπορικές Ανάγκες:** Όπου προγραμματίζονται και εκτελούνται πτήσεις για μεταφορά επιβατών ή εμπορευματικού φορτίου (*Commercial Aviation*).
- **Κοινωνικές & Άλλες Ανάγκες:** Καλύπτει κοινωνικές προσωπικές ή επαγγελματικές μεταφορές (*Social Aviation*), όπως η μεταφορά με σκοπό ανθρωπιστικής, δασικής ή άλλης βοήθειας.

Όλες οι αναφερόμενες κατηγορίες αναγκών καλύπτονται μέσα από το διαχωρισμό δραστηριοτήτων στον αεροπορικό κλάδο. Είναι σημαντικό να υφίστανται οι αεροπορικές επιχειρήσεις με εξειδίκευση στη κάθε μια από αυτές τις καθημερινές υπηρεσίες εστιάζοντας σε διαφορετικό στόχο κάλυψης. Οι περισσότερες από αυτές τις κατηγορίες καλύπτονται από ιδιωτικές επιχειρήσεις αλλά σε αρκετές περιπτώσεις όπως στις στρατιωτικές ανάγκες πρωταρχικό ρόλο παίζει το ίδιο το δημόσιο κράτος. Οι τουριστικές αερογραμμές μεταφοράς επιβατών όπως εκείνες που θα αναλυθούν στην συνέχεια, συμπεριλαμβάνονται στις εμπορικές ανάγκες κάλυψης. Όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο κεφάλαιο, τα βασικά έσοδα των εμπορικών εναέριων μεταφορών στις αεροπορικές εταιρίες προέρχονται από πώληση επιβατικών εισιτηρίων και μεταφοράς φορτίων ενώ παράλληλα, χαρακτηρίζεται από αρκετά υψηλά λειτουργικά κόστη.

1.4.2 Κόστη Αερομεταφορών

Οι οικονομικές καταστάσεις των αεροπορικών εταιριών είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες σε μικρές αλλαγές είτε στο κόστος είτε στα έσοδα, λόγω του ιστορικά υψηλού επιπέδου λειτουργικών εξόδων. Ως λειτουργικά έξοδα ορίζονται οι συνήθεις και αδιαπραγμάτευτες δαπάνες που οφείλει μια επιχείρηση να κάνει προκειμένου να συνεχιστεί η δραστηριότητα της. Η διατήρηση των σταθερών λειτουργικών εξόδων και τα σχετικά μικρά περιθώρια κέρδους επί των πωλήσεων έχουν ως αποτέλεσμα μεγάλες αλλαγές στα λειτουργικά αποτελέσματα και αυτό προκαλεί αβεβαιότητα. Οι βασικότερες σταθερές είτε μεταβλητές δαπάνες που αναγκάζεται μια αεροπορική εταιρεία να καλύψει είναι οι δαπάνες που σχετίζονται με αεροσκάφη, όπως φθορά ή

αντικατάσταση εξοπλισμού και αεροσκάφους, η συντήρηση, τα καύσιμα, οι προμήθειες σε πράκτορες, οι αποσβέσεις, οι ενοικιάσεις αεροσκαφών, οι χρεώσεις αεροδρομίου και λοιπά τέλη, το τεχνικό και άλλο εξειδικευμένο προσωπικό, τα γενικά έξοδα (πχ. ενοικιάσεις γραφείων αεροδρομίου) και τέλος, το σταθερό πρόσθετο κόστος ανάλογα με την επιβατική κάλυψη θέσεων, δηλαδή υλικά έκδοσης εισιτηρίων, φαγητό κατά την πτήση, προμήθειες πρακτόρων και καύσιμα που απαιτούνται για την ανύψωση επιπλέον ωφέλιμου φορτίου (Morrell, 2007).

Ο κλάδος των αερομεταφορών χαρακτηρίζεται κυρίως εντάσεως εργασίας όσον αφορά το μερίδιο του κόστους απασχόλησης εργατικού δυναμικού στο συνολικό κόστος λειτουργίας, όπου άγγιξε μέχρι σήμερα το 25-35 τοις εκατό του συνόλου λειτουργικών εξόδων. Πάραυτα, ο κλάδος δεν απέχει σημαντικά από το να χαρακτηριστεί εντάσεως κεφαλαίου καθώς το ποσοστό απαιτούμενου κόστους κεφαλαίου συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού, των καυσίμων, των χρεώσεων και των αποσβέσεων είναι παρόμοιο με των εργασιακών δαπανών. Έχουν υπάρξει αρκετές κριτικές σχετικά με τον χαρακτηρισμό εντάσεως του κλάδου καθώς εναλλαγή βαρύτητας των δύο γίνεται ανά καιρούς και εταιρείες. Σημαντικό γεγονός αποτελούν οι παράγοντες μεταβολής του μεγαλύτερου ποσοστού κόστους στον κλάδο.⁸ Επομένως, οι βασικοί προσδιοριστικοί παράγοντες επιρροής των οικονομικών καταστάσεων μιας αεροπορικής εταιρείας αποτελούν οι παρακάτω δύο συνιστώσες:

➤ **Κόστος Εργασίας**

Το προϊόν που πωλούν οι αεροπορικές εταιρείες δεν απαιτεί κατανάλωση αλλά πρόκειται για μια άυλη υπηρεσία. Δεδομένης της φύσης των υπηρεσιών όπου χαρακτηρίζονται κυρίως από την ποιότητα, την άμεση κατανάλωση και την διαπροσωπική επικοινωνία, σχεδιάζεται ένας κλάδος που απαιτεί σημαντικό αριθμό προσωπικού επικοινωνίας με τους πελάτες, κατά την προετοιμασία αλλά και την διάρκεια των ταξιδιών. Δεδομένου των παραπάνω, οι αερομεταφορές σπαταλάνε πολλά από τα έσοδα τους σε μισθούς, εκπαίδευση, μπόνους και αξιολόγηση ανθρωπίνου δυναμικού. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.4, το 2019 ο αεροπορικός κλάδος απασχολούσε πάνω από 2,93 εκατομμύρια υπάλληλους, με κόστος εργασίας 189 δισεκατομμύρια ευρώ και ποσοστό 23% επί των πωλήσεων. Αντίστοιχα, το 2020 με την επιδείνωση της οικονομίας, το ποσοστό του κόστους

⁸ Global Outlook for Air Transport, 2022

εργασίας εκτοξεύθηκε στο 42% επί των πωλήσεων. Το 2021, μετά την αύξηση του τουρισμού και της μείωσης του αριθμού εργαζομένων στα 160 δισεκατομμύρια ευρώ και στους πλέον απαραίτητους, το κόστους εργασίας υπολογίστηκε στο 32% επί των πωλήσεων.

Πίνακας 1.4

Απασχόληση Εργατικού Δυναμικού Παγκόσμια στον Κλάδο της Αεροπορίας

Worldwide airline industry	2019	2020	2021e	2022f	2023f
Labour costs, \$bn	189	160	160	171	179
% change over year	3.5%	-15.2%	-0.1%	6.5%	4.8%
Employment, million	2.93	2.56	2.59	2.69	2.78
% change over year	0.3%	-12.6%	1.1%	3.8%	3.3%
Productivity, ATK/employee	526k	335k	385k	459k	493k
% change over year	2.8%	-36.3%	15.0%	19.1%	7.6%
Unit labour costs, \$/ATK	0.123	0.187	0.160	0.138	0.130
% change over year	0.4%	52.2%	-14.1%	-13.9%	-5.7%

Πηγή: IATA – Global Outlook for Air Transport, Δεκέμβριος 2022

Το έτος του 2022, φαίνεται να κλείνει με θετικότερη εικόνα από εκείνη των προηγούμενων ετών με αύξηση εργατικού δυναμικού στους 2,69 εκατομμύρια ανθρώπους και σαφώς, μείωση κόστους επί των πωλήσεων στο 23%. Η εικόνα αυτή μας δείχνει την σταδιακή χρονική βελτίωση στις οικονομικές καταστάσεις των εταιρειών παγκόσμια με το 2023 να προβλέπεται η ολική επαναφορά της προ Covid-19 περιόδου.

➤ **Κόστος Καυσίμων και Τιμές Πετρελαίου**

Πέρα από τις μεγάλες δαπάνες που απαιτούν οι εταιρείες αερομεταφορών σε εξοπλισμό και συντήρηση, η υψηλότερη δοκιμασία για τον κλάδο αφορά τις αυξομειώσεις στις τιμές των καυσίμων. Για τα αεροσκάφη χρησιμοποιείται μια πολύ ειδική κατηγορία καυσίμων που διέποντας από πολύ αυστηρές προδιαγραφές ποιότητας. Βασικό συστατικό τους αποτελεί η κηροζίνη, προϊόν απόσταξης πετρελαίου, στην οποία έχει γίνει επεξεργασία απομάκρυνσης των μερκαπτανών. Επομένως, κάθε προσαρμογή στις

τιμές πετρελαίου επηρεάζει άμεσα και τις τιμές αεροπορικών καυσίμων. Αυτό αποτελεί από μόνο του σοβαρό κίνδυνο για κάθε αερομεταφορέα καθώς κάθε αύξηση ή μείωση των τιμών καθορίζει τελικά τα έσοδα ή τις ζημιές στις οικονομικές καταστάσεις των αεροπορικών εταιρειών.

Πίνακας 1.5

Κόστος Καυσίμων Παγκόσμια στην Αεροπορική Βιομηχανία

Worldwide airline industry	2019	2020	2021e	2022f	2023f
Fuel spend, \$bn	190	80	103	222	229
% change over year	6.8%	-58.0%	29.2%	115.1%	3.4%
% opex	23.9%	16.2%	18.7%	30.1%	29.6%
Fuel use, billion litres	359	196	229	279	304
% change over year	1.0%	-45.3%	16.5%	21.9%	8.9%
Fuel efficiency, fuel/100 ATK	22.0	21.7	21.7	21.4	21.0
% change over year	-2.0%	-1.7%	0.2%	-1.8%	-2.2%
Fuel price, \$/barrel	79.7	46.6	77.8	138.8	111.9
% change over year	-7.4%	-41.5%	67.0%	78.3%	-19.4%
% spread over oil price	22.6%	11.6%	10.1%	34.5%	21.2%

Πηγή: IATA – Global Outlook for Air Transport, Δεκέμβριος 2022

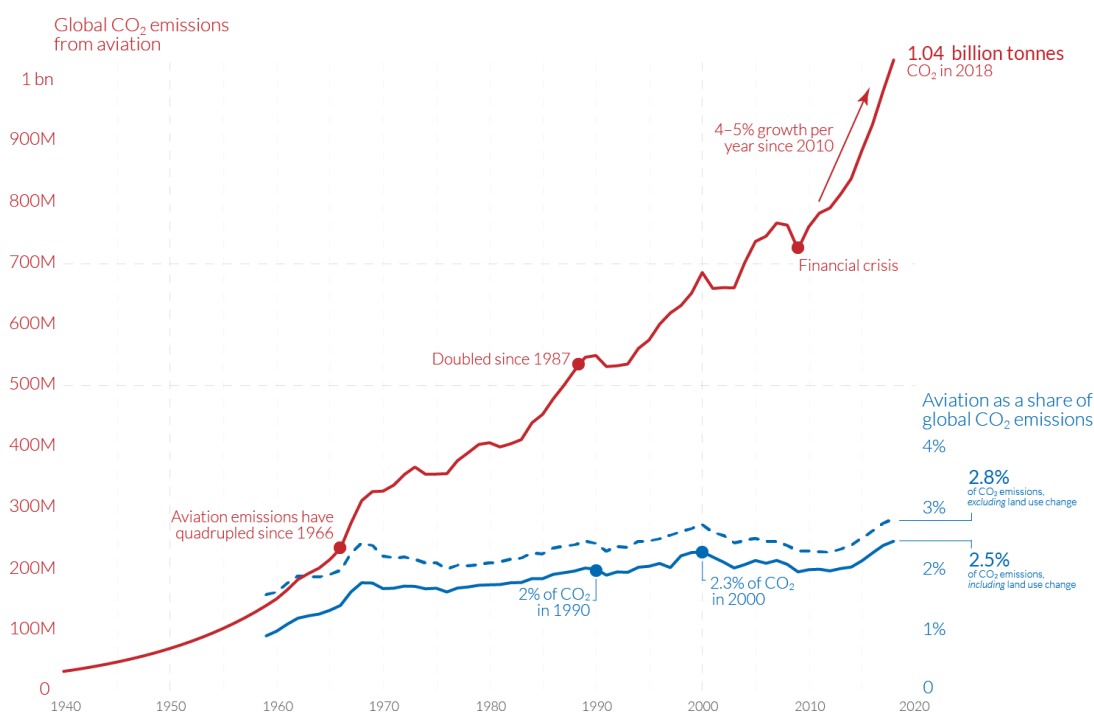
Υπό κανονικές συνθήκες, το 2019, τα καύσιμα στις αερογραμμές αντιπροσώπευαν το 23,9% των συνολικών εξόδων όπως δείχνει ο Πίνακας 1.5. Κατά την διάρκεια της πανδημίας όπου πολλά αεροσκάφη παρέμειναν σε αδράνεια και αρκετές προγραμματισμένες διαδρομές τερματίστηκαν, τα έξοδα για καύσιμα έπεσαν σε ποσοστό ίσο με το 16,2% των συνολικών δαπανών, ενώ μετά την εξομάλυνση των δυσχαιρών εποχών αλλά και την σταδιακή αύξηση των τιμών πετρελαίου, το ποσοστό δαπάνης σε καύσιμα ανεβαίνει με γοργούς ρυθμούς μέσα στα επόμενα έτη. Αναλυτικότερα, το 2022 προορίζεται να αποτελεί το χειρίστο έτος για το κόστος καυσίμων με ποσοστό που θα αγγίξει το 30,1% των συνολικών δαπανών. Η συλλογική προσπάθεια των κρατών και της τεχνολογίας για εναλλακτικές πηγές ενέργειας καθώς και η επιπρόσθετη αύξηση των εσόδων το ερχόμενο έτος, θα αποτελέσουν καθοριστικούς παράγοντες για τη μείωση του εν λόγω κόστους.

Αναμφισβήτητα, η οικονομία του πετρελαίου σε όρους ευημερίας πλησιάζει το όριο του τι μπορεί να παράγει και αυτό οδηγεί στην σταδιακή αύξηση των τιμών πετρελαίου. Η μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα είναι η μεγαλύτερη συλλογική προσπάθεια που έχει θέσει ποτέ ο κόσμος. Σχεδόν τα τρία τέταρτα των παγκόσμιων εκπομπών CO₂ προέρχονται από τη χρήση ορυκτών ενέργειας. Οι περισσότερες πτήσεις τροφοδοτούνται από βενζίνη αεριωθουμένων και ορισμένες λειτουργούν με βιοκαύσιμα, τα οποία μετατρέπεται σε CO₂ όταν καίγονται.

Global carbon dioxide emissions from aviation

Aviation emissions includes passenger air travel, freight and military operations. It does not include non-CO₂ climate forcings, or a multiplier for warming effects at altitude.

Our World
in Data



OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.
Source: Lee et al. (2020). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018; based on Sausen and Schumann (2000) & IEA.
Share of global emissions calculated based on total CO₂ data from the Global Carbon Project. Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

Πηγή: Our World in Data, 2022

Διάγραμμα 1.13

Διεθνής εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τον αεροπορικό κλάδο

Στο Διάγραμμα 1.13 δίνεται η χρονοσειρά των παγκόσμιων εκπομπών από τον αεροπορικό κλάδο από το 1940 έως το 2020. Το έτος 2019, μετά από διαχρονική αύξηση ετών, οι εκπομπές CO₂ του κλάδου έφτασαν τους 905 εκατομμύρια τόνους. Ενώ οι εκπομπές των αερομεταφορών αυξάνονται σταδιακά, με παρόμοιο ρυθμό

αυξάνονται και οι συνολικές παγκόσμιες εκπομπές CO₂. Επομένως, το μερίδιό του κλάδου στις παγκόσμιες εκπομπές ήταν ανέκαθεν σχετικά σταθερό σε ποσοστό 2% έως 3%.

Είναι προφανές πως καθώς η συνεισφορά του αεροπορικού κλάδου αναγνωρίζεται περισσότερο, τόσο αυξάνονται και οι δραστηριότητες του μέσα στη κοινωνία. Πέρα από τις εμπορικές και κοινωνικές ανάγκες που καλύπτει στο μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού, οι εναέρια μεταφορές είναι απαραίτητες προκειμένου να λειτουργήσουν τομείς της κοινωνίας με στρατιωτικές, πολιτικές και έκτακτης ανάγκης υπηρεσίες. Οι εμπορικές που αποτελούν, φυσικά, την τακτικότερη χρήση των εναέριων υπηρεσιών και από τις οποίες ο κλάδος έχει τα υψηλότερα έσοδα, πλήχτηκαν τρομερά την τελευταία τριετία. Ως αποτέλεσμα, τα λειτουργικά κόστη που επιβάλλονται προκειμένου να συνεχίσει μια εταιρεία να υφίστανται, εκτοξευθήκαν. Ο κλάδος εκ φύσεως αντιμετωπίζει προβλήματα ανάγκης υψηλού κεφαλαίου. Η μείωση όμως της ζήτησης εξαιτίας της πανδημίας, οι αυξήσεις των τιμών πετρελαίου αλλά και η ανάγκη άμεσης δράσης για τα περιβαλλοντικά ζητήματα, οδηγούν σε ακόμα μεγαλύτερο πονοκέφαλο για τις υφιστάμενες εταιρείες.

1.5 Εμπορικές Αεροπορικές Εταιρείες

Το αεροπλάνο ως μεταφορικό μέσο προσέφερε πολλές υπηρεσίες στη σύγχρονη εποχή καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα αναγκών. Με το πέρασμα των ετών διαμορφώθηκαν αρκετές εμπορικές αεροπορικές εταιρείες με σκοπό την παροχή εναέριας μεταφοράς τόσο επιβατών όσο και εμπορευμάτων από μια τοποθεσία σε μια διαφορετική. Σε ένα σύγχρονο και εξελιγμένο εξωτερικό περιβάλλον όπως είναι σήμερα ο αεροπορικός κλάδος, είναι φυσικό και επόμενο κάθε μια από τις υφιστάμενες επιχειρήσεις να σχεδιάσουν τη δική τους στρατηγική, να επιλέξουν μεθοδικά τις αγορές στόχου που επιθυμούν να προσελκύσουν και επομένως, να κατηγοριοποιήσουν ανοιχτά τις υπηρεσίες τους. Αν και υπάρχουν αρκετές διαφορετικές κατηγορίες αερομεταφορών παγκόσμια και κάθε μια διαθέτει ξεχωριστά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στα μάτια των καταναλωτών τους, υπάρχουν και ορισμένα κοινά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα των εναέριων μεταφορών τα οποία προσελκύουν ένα ακόμα μεγαλύτερο φάσμα πρόθυμων πελατών. Σε αυτή την υποενότητα, θα ταξινομηθούν οι

επικρατέστερες κατηγορίες αεροπορικών εταιρειών αλλά και τα δημοφιλέστερα ανταγωνιστικά χαρακτηριστικά του γενικότερου κλάδου εναέριων μεταφορών.

1.5.1 Κατηγορίες Εμπορικών Αεροπορικών Εταιρειών

Οι αεροπορικές μεταφορές αποτέλεσαν το δώρο του 20^{ου} αιώνα στην κοινωνία. Πρόκειται για το πιο σύγχρονο και τεχνολογικά εξελιγμένο μεταφορικό μέσο στον κόσμο. Οι αεροπορικές εταιρείες αποτελούν υπηρεσίες μεταφοράς επιβατών, εμπορευμάτων ή συνδυασμό, ενώ κάθε μια στοχεύει στην εξυπηρέτηση συγκεκριμένης αγοράς στόχου. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι αεροπορικών εταιρειών, καθένας από τους οποίους έχει σχεδιαστεί για να καλύπτει διαφορετικά τμήματα της αγοράς, τοπικές και διεθνείς ανάγκες. Είναι εφικτό επομένως, να διακριθούν οι επικρατέστερες κατηγορίες αεροπορικών εταιρειών οι οποίες είναι οι εξής επτά:

➤ **Αεροπορικές Εταιρείες Χαμηλού Κόστους ή Οικονομικές**

Δεδομένου πως τα λειτουργικά κόστη των αεροπορικών εταιρειών είναι αρκετά υψηλά και αμφίβολα κατά καιρούς, προκειμένου να πετύχουν οι οικονομικές εταιρείες τον στόχο τους για μειωμένες τιμές εισιτηρίων, αναγκάζονται να εφαρμόσουν μια σειρά ενεργειών περικοπής και λιγότερης άνεσης αλλά υψηλότερου περιθωρίου εισπράξεων ώστε να αντισταθμίσουν αυτά τα κόστη. Οι αεροπορικές εταιρείες χαμηλού κόστους (*Low Cost Airlines*) είναι οι δημοφιλέστερες σε τοπικές πτήσεις ή πτήσεις μικρής διάρκειας, καθώς ένας μεγάλος όγκος επιβατών δέχεται να ανταλλάξει την χαμηλότερη τιμολόγηση με λίγες άβολες ώρες.

➤ **Αεροπορικές Εταιρείες Πλήρης Εξυπηρέτησης**

Οι αεροπορικές εταιρείες πλήρης εξυπηρέτησης (*Full-Service Airlines*) έχουν ακριβώς αντίθετη φιλοσοφία από τις οικονομικές εταιρείες στοχεύοντας σε επιβάτες πρόθυμους να πληρώσουν επιπλέον χρήματα για άνεση. Συνήθως επικεντρώνονται σε διεθνείς ή πολύωρες πτήσεις που η άνεση προσθέτει αξία στον επιβάτη. Ανάμεσα στις προσφερόμενες υπηρεσίες είναι η ψυχαγωγία κατά την πτήση, τα γεύματα και τα ποτά, οι ελεγμένες αποσκευές, καθώς και οι ευρύχωρες αποστάσεις θέσεων ή καμπινών με διαθέσιμα μαξιλάρια και κουβέρτες.

➤ **Κύριες Αεροπορικές Εταιρείες**

Αυτού του τύπου οι αεροπορικές εταιρείες, ονομαζόμενες ως κύριες (*Mainline Airlines*), επικεντρώνονται στη λειτουργία μεταφοράς μεγάλου όγκου επιβατών

εσωτερικών ή εξωτερικών πτήσεων σε κομβικά αεροδρόμια, δημιουργώντας αερογραμμές με δημοφιλείς και συχνούς προορισμούς. Επιπρόσθετα, συνάπτουν συμμαχίες ή δίκτυα μεταφοράς με μικρότερες περιφερειακές αεροπορικές εταιρείες για να εξυπηρετήσουν ένα ευρύτερο φάσμα καταναμημένου πληθυσμού.

➤ **Περιφερειακές Αεροπορικές Εταιρείες**

Γνωστές και ως γραμμές τροφοδοσίας, οι περιφερειακές αεροπορικές εταιρείες (*Regional Airlines*) αναλαμβάνουν την μεταφορά ενός μικρού αριθμού επιβατών από τα κομβικά αεροδρόμια σε μικρότερες κοινότητες όπου μεγάλα αεροδρόμια δεν είναι διαθέσιμα λόγω χαμηλής ζήτησης.

➤ **Εμπορευματικές Αεροπορικές Εταιρείες**

Αφορούν τις αερογραμμές που είναι αφιερωμένες αποκλειστικά στην διακίνηση εμπορευμάτων (*Freight or Cargo Airlines*). Τα αεροσκάφη που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως μεγάλα σχεδιασμένα να μεταφέρουν βαριά φορτία και δημιουργώντας την ικανότητα στις αεροπορικές εταιρείες να ελαχιστοποιούν το κόστος και να μεγιστοποιούν το κέρδος σε κάθε πτήση.

➤ **Αεροπορικές Εταιρείες με Πτήσεις Τσάρτερ**

Πρόκειται για αεροπορικές εταιρείες ενοικίασης αεροσκαφών ως ολόκληρη μονάδα και όχι ως θέση, καλούμενες ως Τσάρτερ πτήσεις (*Charter Airlines*). Δεν αποτελούν προγραμματισμένες πτήσεις αλλά διαμορφώνεται προορισμός εκ των υστέρων. Τα αεροσκάφη που χρησιμοποιούνται είναι ποικίλα ανάλογα με τον όγκο επιβατών, τις ανάγκες πτήσης και την οικονομική άνεση.

➤ **Εθνικές Αεροπορικές Εταιρείες**

Αφορά κρατικές αεροπορικές εταιρείες που αντιπροσωπεύουν την χώρα προέλευσης τους παρέχοντας ως επί το πλείστον διεθνείς προορισμούς. Οι εθνικές αερογραμμές (*National Airlines*) διαθέτουν οικονομικά προνόμια έναντι των υπολοίπων ιδιωτικών, καθώς σε δυσχερείς συνθήκες η κυβέρνηση οφείλει να τις χρηματοδοτήσει ή να τις επιδοτήσει.

Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό, υπάρχουν πολλές ξεχωριστές αλλά στοχευμένες εταιρείες εμπορικών αερομεταφορών που καλύπτουν τις επιθυμίες του μεγαλύτερου μέρους του πληθυσμού. Οι επτά αυτές κατηγορίες λειτουργούν τόσο ανταγωνιστικά

όσο και συλλογικά μεταξύ τους. Ανταγωνιστικά, στα πλαίσια του θεμιτού ανταγωνισμού ανάμεσα σε ιδιωτικές επιχειρήσεις που σκοπό έχουν να αυξήσουν τα έσοδα τους ενώ, συλλογικά επιδιώκουν να συνεργάζονται σε θέματα κάλυψης περιοχών και αναγκών σπανιότερες σε ζήτηση όπως εκείνες των περιφερειακών πτήσεων. Οι εν λόγω κατηγορίες ταξινομούνται μέσα στον κλάδο από τις υπηρεσίες που επιλέγουν να προσφέρουν, τον τρόπο που προσπαθούν να τις διαμορφώσουν και την γενικότερη εικόνα που θέλουν να βγάλουν προς τα έξω.

1.5.2 Πλεονεκτήματα Εναέριων Μεταφορών

Με την πάροδο των ετών, η ζήτηση του εν λόγω μεταφορικού μέσου αυξάνεται κατακόρυφα, καθώς σύμφωνα με έρευνες οι καταναλωτές το αξιολογούν με υψηλά ποσοστά ποιότητας και μοναδικότητας υπηρεσίας. Τα αεροπορικά ταξίδια χάρη στην φύση της εναέριας δραστηριότητας υπερέχουν έναντι των υπολοίπων μέσων με έντονες ανταγωνιστικές παροχές. Τα βασικά ανταγωνιστικά χαρακτηριστικά των εναέριων μεταφορών είναι τα εξής:

➤ Υψηλή Ταχύτητα

Πρόκειται για το υπέρτατο πλεονέκτημα των αεροπορικών μεταφορών. Δεδομένου πως ο χρόνος είναι σημαντικός παράγοντας στην σημερινή κοινωνία, το αεροπλάνο καθίσταται ο ταχύτερος τρόπος μεταφοράς διεθνώς και σχεδόν ο μοναδικός για υπερατλαντικά ταξίδια.

➤ Άνετες Υπηρεσίες

Χάρη στην ταχύτητα μεταφοράς, την απελευθέρωση των συνόρων και το καθορισμένο αριθμό επιβατών εντός μεταφορικού μέσου, το αεροπλάνο παρέχει μια οργανωμένη, άνετη, αποτελεσματική και γρήγορη εξυπηρέτηση.

➤ Αδιάσπαστο Ταξίδι Χωρίς Φυσικά Εμπόδια

Ακολουθεί τη συντομότερη και άμεση διαδρομή καθώς οι θάλασσες, τα βουνά ή τα δάση δεν μπαίνουν εμπόδιο στις αεροπορικές μεταφορές.

➤ Χαμηλή Επένδυση Μεταφορικών Υποδομών

Δεν απαιτεί τεράστιες επενδύσεις κεφαλαίου για την κατασκευή και συντήρηση επιφανειακών τροχιών καθώς η μόνη υποδομή που είναι αναγκαία είναι το αεροδρόμιο ή ένας αεροδιάδρομος.

➤ **Εύκολη Πρόσβαση**

Οι αεροπορικές μεταφορές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά αγαθών και ανθρώπων σε δύσβατες περιοχές.

➤ **Υπηρεσίες Έκτακτης Ανάγκης**

Λειτουργεί ως μέσο βοήθειας σε έκτακτες ανάγκες μεταφοράς επιβατών ή φορτίων είτε λόγω ανάγκης άμεσης μεταφοράς είτε επειδή μπορούν να λειτουργήσουν αναποτελεσματικά εν μέσω πλημμυρών ή άλλων φυσικών καταστροφών.

➤ **Χωρίς Τελωνιακούς Ελέγχους**

Στις αεροπορικές μεταφορές, οι τελωνειακές διατυπώσεις και οι απαιτούμενες εγγυήσεις διασυνοριακών μεταφορών έχουν τηρηθεί εκ των προτέρων με αποτέλεσμα την άμεση ανταπόκριση σε έναν προορισμό.

➤ **Μεταφορά Ελαφρών Αγαθών Υψηλής Αξίας**

Είναι πιο κατάλληλο για τη μεταφορά εμπορευμάτων ευπαθούς φύσης ή υψηλής αξίας που απαιτούν γρήγορη παράδοση σε μεγάλες αποστάσεις.

➤ **Εξερεύνηση του “Διαστήματος”**

Οι αεροπορικές μεταφορές παρέχουν μια μοναδική διαδρομή εναέριων ταξιδιών πάνω από την τροχιά της γης και μέσα στα σύννεφα. Μια τέτοια εμπειρία θεωρείτε από έναν επιβάτη διαδρομή ψυχαγωγίας καθώς είναι αδύνατο να φτάσει τον ουρανό με άλλο τρόπο.

Είναι προφανές πως το αεροπλάνο αποτελεί ένα μοναδικό μεταφορικό μέσο που καλύπτει μια ευρεία γκάμα αναγκών. Η διάκριση του σε επτά διαφορετικές κατηγορίες διευκολύνει το έργο προς την κοινωνία και παράλληλα, βοηθά στη στρατηγική μιας επιχείρησης. Συμπερασματικά, δύσκολα κάποιο από τα υπόλοιπα μπορεί να συγκριθεί μαζί του. Οι δυνατότητες που παρέχει στην κοινωνία είναι απεριόριστες και ανεκτίμητες. Σίγουρα δεν θεωρείτε ένα αψεγάδιαστο μέσο καθώς υστερεί σε αρκετά σημεία όπως το θέμα επικινδυνότητας ή η υψηλή τιμολόγηση επιβατικών εισιτηρίων. Δεδομένης όμως της έντονης ανάγκης χρήσης των εναέριων μεταφορών, η αεροπορική βιομηχανία εξελίσσεται συνεχώς με την συνεισφορά της τεχνολογίας, ανακαλύπτοντας καιρίες λύσεις για τα φλέγοντα ζητήματα.

1.6 Ευρωπαϊκή Αεροπορική Βιομηχανία

Η Ευρώπη, αποκαλούμενη και ως Γηραιά Ήπειρος, είναι μια από τις έξι ηπείρους του κόσμου. Η Ευρώπη συνορεύει με την Ασία στην ανατολή από το χάρισμα που αποτελείται από τον ποταμό Ουράλη, την Κασπία Θάλασσα, την περιοχή του Καυκάσου και τον Εύξεινο Πόντο προς τα νοτιοανατολικά. Επιπλέον, νότια συνορεύει με την Αφρική μέσω της Μεσόγειου Θάλασσας.

Για πολλά χρόνια, η Ευρώπη θεωρούταν η πιο ισχυρή πολιτικά και οικονομικά ήπειρος του κόσμου. Η οικονομική της δυσχέρεια φάνηκε έντονα μετά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο όπου ανέβηκε αρκετά η αμερικάνικη ισχύι. Ιδιαίτερα αισθητή ήταν η πτώση της οικονομίας της κατά τη διάρκεια του μεσοπολέμου και στις αρχές του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Με σκοπό να αποκτήσει μεγαλύτερη δύναμη και καλύτερες οικονομικό-πολιτικές συμμαχίες, συντάχθηκε η θέση ισχύς με τη συνθήκη της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις 25 Μαρτίου 1957, γνωστότερη και ως Συνθήκη του Μάαστριχτ.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελεί σήμερα μια από τις μεγαλύτερες συμμαχίες στον κόσμο ενώ παράλληλα, έχει καταφέρει να διαμορφώσει ένα συλλογικά κοινό ρυθμιστικό πλαίσιο μέσα στο οποίο κινούνται και δρουν όλα τα μέλη. Ανάμεσα στις κοινές δράσεις, συμμαχίες και συστήματα έχουν εμπλακεί και θέματα εμπορίου, εναέριας κυκλοφορίας και τουριστικής μεταφοράς. Η Ένωση έχει επιτρέψει την ελεύθερη διακίνηση εναέρια, αλλά και όχι μόνο, ανάμεσα σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η αεροπορική βιομηχανία χάρη στο ελεύθερο αλλά καθορισμένο εμπόριο έχει αναπτυχθεί αρκετά προσφέροντας υψηλές ευκαιρίες ανάπτυξης, συμμετοχής στο κοινό ΑΕΠ αλλά και προσφερόμενης εργασίας σε όλη την ευρωπαϊκή κοινότητα. Δυστυχώς όμως, οι επιδοκίμασιες που αφορούν κυρίως γεωπολιτικά ζητήματα έχουν εμπλέξει σχεδόν όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης προκαλώντας σοβαρές ζημιές τόσο στην αεροπορική βιομηχανία όσο και στους υπόλοιπους κλάδους.

1.6.1 Κανονισμοί και Επιτροπές στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η Συνθήκη της Ευρωπαϊκής Ένωσης που υπογράφηκε το 1992 στο Μάαστριχτ της Ολλανδίας όπου σήμερα αποτελείται από 27 κράτη - μέλη της Ευρώπης, κατάφερε να πυροδοτήσει μια σειρά από συλλογικές δράσεις και πολιτικές αποφάσεις από τα δεσμευμένα μέλη, με αποτέλεσμα να αποτελεί σήμερα μια από τις μεγαλύτερες οικονομικές και πολιτικές οντότητες στον κόσμο. Ο συνολικός πληθυσμός της ΕΕ είναι

447.3 εκατομμύρια κάτοικοι και το ευρωπαϊκό ΑΕΠ φτάνει το 2021 κοντά στο 14.85% του παγκοσμίου ΑΕΠ.⁹ Ουσιαστικότερες ενέργειες αφορούν την δημιουργία εσωτερικής αγοράς με ελεύθερη κυκλοφορία εμπορευμάτων, προσώπων, υπηρεσιών και κεφαλαίων ενώ ταυτόχρονα, διαθέτει κοινή εσωτερική και εξωτερική πολιτική σε ποικίλα ζητήματα επιδιώκοντας ένα Ενιαίο Χώρο Ελευθερίας, Ασφάλειας και Δικαιοσύνης για τα κράτη – μέλη της. Θεσμικά όργανα της Ευρωπαϊκής Ένωσης περιλαμβάνουν το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, το Δικαστήριο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα, το Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Η *Γενική Διεύθυνση Μεταφορών και Περιβάλλοντος (GA TREN)* καθίσταται ως το εξειδικευμένο τμήμα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που ασχολείται με θεσμούς και πολιτικές που αφορούν τις μετακινήσεις εντός ευρωπαϊκής κοινότητας.¹⁰ Στα πλαίσια του τμήματος ορίζονται αρμόδιοι οργανισμοί για κάθε ένα μέσο διακίνησης, όπως οι Αερομεταφορές. Ο οργανισμός με την *Διεύθυνση Αερομεταφορών* είναι υπεύθυνος για ζητήματα που αφορούν τον Ενιαίο Ευρωπαϊκό Ουρανό (*Single European Sky - SES*) και τον Εκσυγχρονισμό Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας, την Ασφάλεια της Αεροπορίας και τέλος, τις Υποδομές και τα Αεροδρόμια.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει αναπτύξει μια σειρά κοινοτικών κανονισμών και οδηγιών, που συμπεριλαμβάνονται στο επίσημο εγχειρίδιο εφαρμογής (*Implementing Rules - IRs*). Από το 1994, το εγχειρίδιο κανόνων επικεντρώνεται κυρίως σε θέματα αναφοράς περιστατικών ασφαλείας, την διευθέτηση και την εξάλειψη ατυχημάτων. Πολλές από τις ρυθμιστικές απαιτήσεις ασφαλείας του διεθνούς οργανισμού Eurocontrol έχουν προσδεθεί εντός του εγχειριδίου IR. Ο *Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια της Αεροναυτιλίας (ESARR)*, κοινώς γνωστός ως Eurocontrol, είναι ένας διεθνής οργανισμός ξεχωριστός από την Ευρωπαϊκή Ένωση με έδρα στις Βρυξέλλες, όπου σκοπό έχει την επίτευξη ασφαλούς διαχείρισης και ανάπτυξης της εναέριας κυκλοφορίας σε όλη την Ευρώπη. Ύστερα από έγκυρη συμφωνία ανάμεσα στην Ευρωπαϊκή επιτροπή και την Eurocontrol που υπογράφηκε στις 22 Δεκεμβρίου το 2003, η δεύτερη απέκτησε ρυθμιστικό, εκτελεστικό και υποστηρικτικό ρόλο σε σχετικές ενέργειες της επιτροπής αερομεταφορών.

⁹ https://european-union.europa.eu/index_en

¹⁰ <https://skybrary.aero/articles/european-commission>

Το 2002, είχε ιδρυθεί από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα ο *Ευρωπαϊκός Οργανισμός Ασφάλειας της Αεροπορίας (EASA)* ως ρυθμιστικός οργανισμός ασφάλειας της εναέριας Κοινότητας, ανεξάρτητος από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Ο EASA, αρχικά επικεντρώθηκε σε θέματα αξιοπλοΐας και στην συνέχεια επεκτάθηκε σε επιπλέον λειτουργίες, με στόχο την σταδιακή κάλυψη ολόκληρου του αεροπορικού συστήματος, συμπεριλαμβανομένων των Υπηρεσιών Διαχείρισης Εναέριας Κυκλοφορίας, Αεροναυτιλίας (ATM/ANS) και τις υποδομές αεροδρομίων. Στις αρμοδιότητες της συμπεριλαμβάνονται:

- Παροχή Τεχνικών και Ρυθμιστικών Συμβουλών στην Ε.Ε.,
- Υλοποίηση και Επίβλεψη Εφαρμογής Πολιτικών Ασφάλειας,
- Διεξαγωγή Πιστοποιήσεων Αεροσκαφών και Εξοπλισμού,
- Αδειοδότηση σε Οργανισμούς Σχεδιασμού, Κατασκευής και Συντήρησης Αεροναυτικών Προϊόντων,
- Αδειοδότηση Φορέων από Τρίτες Χώρες και
- Ερευνητική Εργασία σε Θέματα Ασφάλειας.

Οι παραπάνω αρμοδιότητες της EASA καθιστούν το ρυθμιστικό και τεχνικό πλαίσιο οργάνωσης των αεροπορικών μεταφορών στοχεύοντας στην ομαλή συνεργασία των κρατών εντός και εκτός της ΕΕ, καθώς και στην εύρυθμη λειτουργία της αεροπορικής βιομηχανίας ως κλάδος.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσα από τις συλλογικές τις δράσεις και τα κοινά ρυθμιστικά πλαίσια έχει ορίσει μια αυστηρά κοινή κατεύθυνση ανάμεσα στις χώρες που βρίσκονται ή επιθυμούν να ενταχθούν στην συνθήκη. Μια από τις σπουδαιότερες συμφωνίες μέσα στην κοινότητα αφορά τις εμπορικές μέσω της ελεύθερης διακίνησης. Η αεροπορική βιομηχανία, η οποία εμπλέκεται άμεσα, χάρη στην εν λόγω συμφωνία έχει καταφέρει να αναπτυχθεί και να διαμορφώσει ένα ολοκληρωμένο δίκτυο κοινών κανονισμών και συστημάτων για όλα τα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ως αποτέλεσμα, ο ευρωπαϊκός αεροπορικός κλάδος έχει ισχυροποιήσει αρκετά τη θέση του παγκόσμια ενώ παράλληλα, συμβάλλει έντονα στην ευρωπαϊκή κοινότητα προσφέροντας οικονομικά και κοινωνικά.

1.6.2 Θέσεις Εργασίας και Συμβολή στο Ευρωπαϊκό ΑΕΠ

Πριν την εμφάνιση του ιού Covid-19, ο αεροπορικός κλάδος υποστήριζε έμμεσα και άμεσα πάνω από 13,5 εκατομμύρια θέσεις εργασίας στην Ευρώπη και συνέβαλλε, σύμφωνα με τον Πίνακα 1.6, με 991 δισεκατομμύρια δολάρια στην ευρωπαϊκή οικονομική δραστηριότητα, δηλαδή το 4,4% του συνολικού ΑΕΠ στις ευρωπαϊκές χώρες το 2018. Το ίδιο χρονικό διάστημα, οι απευθείας υπάλληλοι της αεροπορικής βιομηχανίας στην Ευρώπη υπολογίζονταν στους 2,7 εκατομμύρια ενώ το 21% από αυτό κατανέμονταν στις αεροπορικές εταιρείες που απασχόλησαν 553.000 εργαζομένους.

Πίνακας 1.6

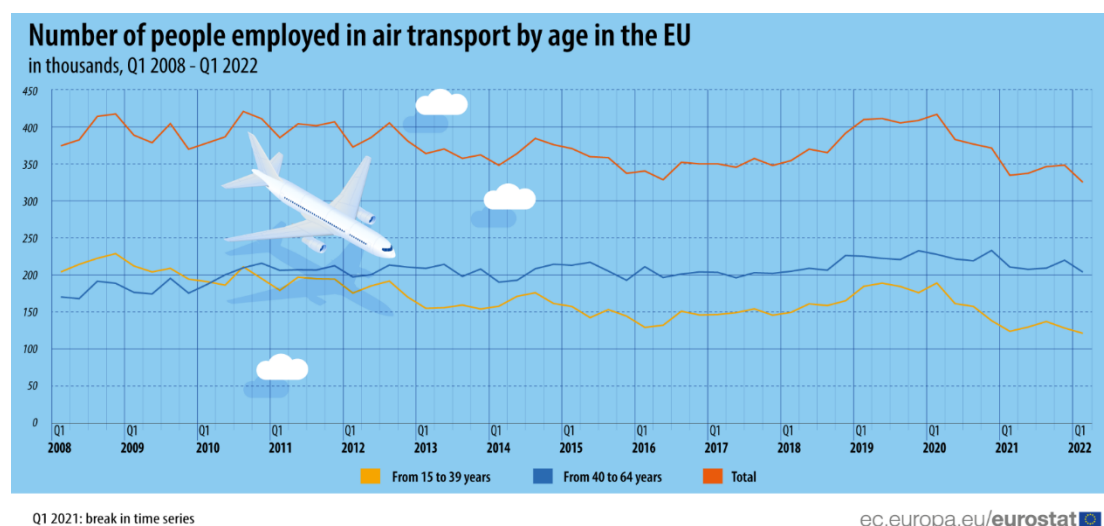
Περιφερειακές Επιπτώσεις Πανδημίας Covid-19 το 2018 - 2020

	Africa	Asia-Pacific	Europe	Latin America and Caribbean	Middle East	North America	World
Employment supported							
Pre-Covid	7.7 m	46.7 m	13.5 m				
Post-Covid	3.2 m	22.2 m	6.5 m	7.6 m	3.3 m	8.8 m	87.7 m
% change	-58%	-53%	-52%	-52%	-51%	-49%	-52%
Economic activity supported							
Pre-Covid	\$63 billion	\$944 billion	\$991 billion	\$187 billion	\$213 billion	\$1.1 trillion	\$3.5 trillion
Post-Covid	\$26 billion	\$453 billion	\$465 billion	\$93 billion	\$108 billion	\$553 billion	\$1.7 trillion
% change	-58%	-52%	-53%	-50%	-49%	-50%	-52%
Direct aviation jobs supported							
Pre-Covid	440,000	4.2 m	2.7 m	722,000	595,000	2.7 m	11.3 m
Post-Covid	267,000	2.4 m	1.5 m	408,000	323,000	1.6 m	6.5 m
Jobs at risk	172,000	1.8 m	1.2 m	314,000	272,000	1.1 m	4.8 m

Πηγή: ATAG - Aviation Benefits Beyond Borders, Σεπτέμβριος 2020

Η οικονομική κρίση που επέφερε η πανδημία μετά το 2019, οδήγησε στην απόλυση εκατομμυρίων υπαλλήλων μαζί με εκείνους που εντάσσονταν στις αερομεταφορές. Το 2020, οι άμεσοι εργαζόμενοι της αεροπορικής βιομηχανίας στην Ευρώπη μειώθηκαν στους 1,5 εκατομμύρια ενώ η συμβολή του κλάδου έπεσε κατά 53%.

Αν και οι αεροπορικές εταιρείες προσπάθησαν να διατηρήσουν σταθερό το εργατικό δυναμικό τους κατά την διάρκεια της κρίσης, ένα χρόνο αργότερα, διαπίστωσαν τα υπερβολικά κόστη και τον υψηλό κίνδυνο επιβίωσης. Έως το πρώτο τρίμηνο του 2022, οι μειώσεις προσωπικού συνεχίζονταν καταγράφοντας 325.600 άτομα εντός αεροπορικών εταιρειών. Οι περισσότεροι εκ των οποίων δεν διακόπηκε η συνεργασία,



Πηγή: Eurostat, 2022

Διάγραμμα 1.14

Αριθμός εργαζομένων ανά ηλικία στον αεροπορικό κλάδο της Ευρώπης

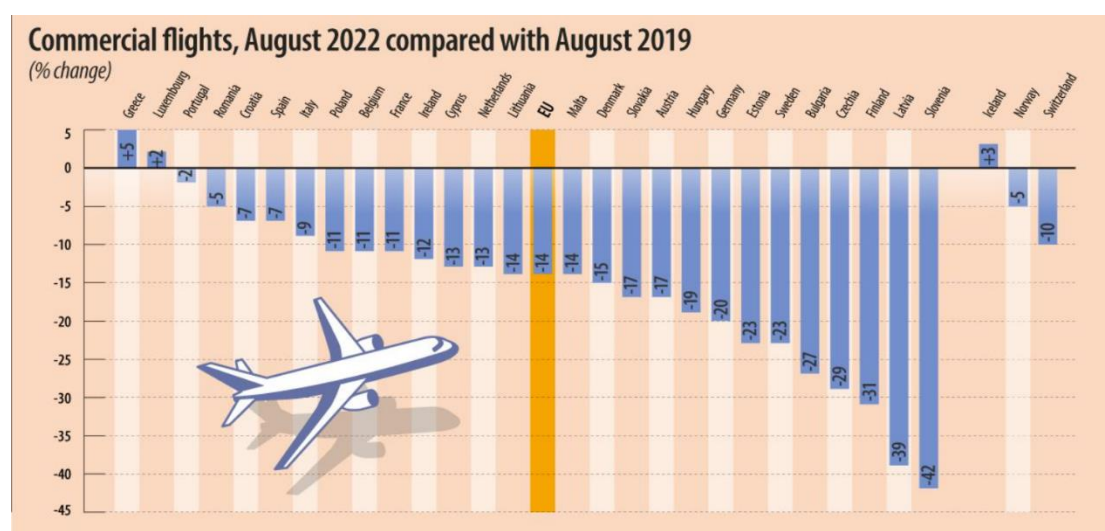
απετέλεσαν ηλικίες άνω των σαράντα ετών, όπου διέθεταν χρόνια εμπειρίας και σαφώς, θα δυσκολεύονταν στην εύρεση εναλλακτικής εργασίας.

1.6.3 Ζήτηση εντός Κλάδου για Επιβάτες και Εμπορεύματα

Η τουριστική κίνηση στον ευρωπαϊκό χώρο βελτιώθηκε αισθητά το καλοκαίρι του 2022, προσεγγίζοντας όλο και περισσότερο την ζήτηση της αντίστοιχης περιόδου προ Covid-19. Σύμφωνα με μηνιαία στοιχεία πτήσεων που δημοσίευσε η Eurostat, τον Αύγουστο του 2022 οι καταγράφοντες πτήσεις εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης μειώθηκαν στο -14%, δηλαδή κοντά στις 596.930, έναντι του ίδιου μήνα το έτος 2021 που ήταν 478.996, ενώ σύγκριση γίνεται με το έτος του 2019 πριν την πανδημία που έφτασαν τις 695.912 πτήσεις.

Ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός αύξησης εμπορικών πτήσεων πάνω από τα εντυπωσιακά επίπεδα του έτους 2019 σε τρεις χώρες της Ευρώπης παρά τη

συνεχιζόμενη ενεργειακή κρίση και τον αυξημένο πληθωρισμό. Σύμφωνα με το Διάγραμμα 1.15, με προπορευόμενη την συχνά τουριστική χώρα της Ελλάδας, τον Αύγουστο του 2022 υπολογίζεται αύξηση της τάξης των 5% συγκριτικά με τον Αύγουστο του 2019, ενώ παράλληλα, ακολουθούν οι χώρες του Λουξεμβούργου και της Ισλανδίας με καταγραφή αύξησης 2% και 3% αντίστοιχα. Οι μεγαλύτερες μειώσεις στις πτήσεις ήταν στη Σλοβενία κατά μείον 42%, στη Λετονία με μείον 39% και στη Φινλανδία με μείον 31%.



Πηγή: Eurostat, Σεπτέμβριος 2022

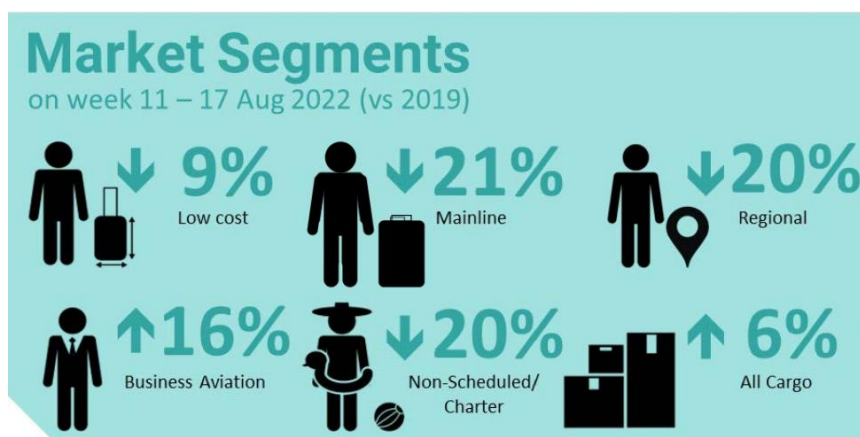
Διάγραμμα 1.15

Σύγκριση εμπορικών πτήσεων στην Ευρώπη για τον μήνα Αύγουστο του 2019 και του 2022

Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως η υψηλότερη ζήτηση την καλοκαιρινή περίοδο του 2022, αφορούσε ευρωπαϊκές αεροπορικές εταιρείες χαμηλού κόστους φθάνοντας στο 91% των επιπέδων του 2019, ενώ ταυτόχρονα, οι κύριες (*Mainline*) και περιφερειακές (*Regional*) αεροπορικές εταιρείες στην Ευρώπη βρίσκονται στο 79% και 80% αντίστοιχα. Αντίθετα, οι μοναδικές αεροπορικές υπηρεσίες που σημειώθηκε αύξηση έναντι του ίδιου χρονικού διαστήματος το 2019, ήταν οι επαγγελματικές και εμπορευματικές πτήσεις.

Παρόλο που οι ευρωπαϊκές μεταφορές εμπορευμάτων μετρημένες σε τονοχιλιόμετρα φορτίου (Cargo Tonne-Kilometers - CTKs*) σημείωσαν αύξηση συγκριτικά με το 2019 στην Εικόνα 1.1, αρνητική πορεία έλαβαν σε σχέση με τον ίδιο μήνα του 2021 με

καταγεγραμμένη μείωση της τάξης του 15,1% στον όγκο φορτίου τον Αύγουστο του 2022, όπου διακρίνεται στο Πίνακα 1.7.



Πηγή: Eurocontrol, Μάιος 2022

Εικόνα 1.1

Ζήτηση ανά κατηγορίες αεροπορικών εταιρειών τον Αύγουστο του 2022 και του 2019

Πίνακας 1.7

Εμπορευματική Κίνηση τον Αύγουστο του 2022 συγκριτικά με τον Αύγουστο του 2021

AIR CARGO MARKET DETAIL- AUGUST 2022	WORLD SHARE ¹	CTK	ACTK	CLF(%-PT) ²	CLF(LEVEL) ³
Total Market	100%	-8.3%	6.3%	-7.5%	46.7%
Africa	1.9%	1.0%	-1.4%	1.0%	41.8%
Asia Pacific	32.6%	-8.3%	13.9%	-13.2%	54.7%
Europe	22.8%	-15.1%	0.4%	-9.2%	50.2%
Latin America	2.2%	9.0%	24.3%	-5.2%	37.4%
Middle East	13.4%	-11.3%	-0.1%	-5.9%	46.6%
North America	27.2%	-3.4%	5.7%	-3.7%	39.3%

1) % of industry RPKs in 2021 2) Year-on-year change in load factor 3) Load Factor Level

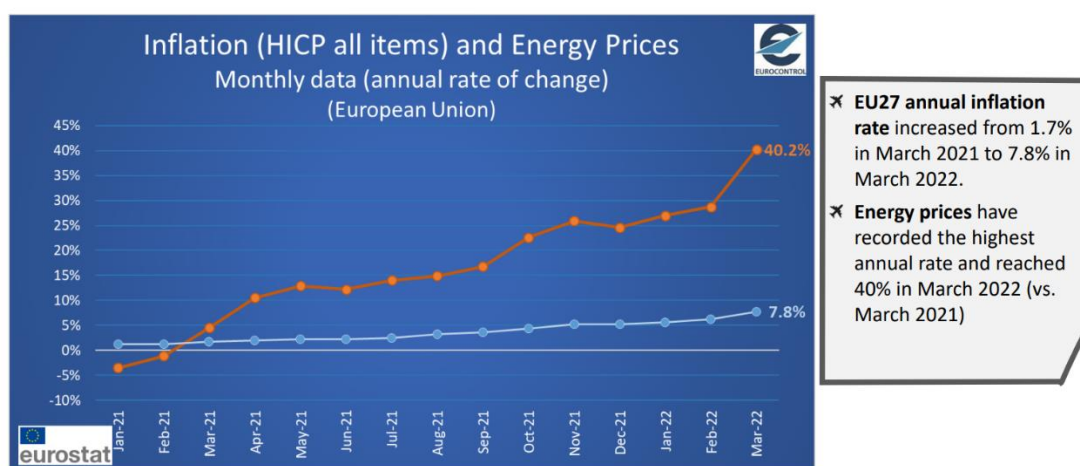
Πηγή: IATA, 2022

Πρόκειται για την χειρότερη επίδοση από όλες τις ηπείρους για τέταρτο συνεχόμενο μήνα και πιθανά αίτια επιδείνωσης αποτελούν ο πόλεμος στην ζώνη της Ευρώπης, οι

ελλείψεις εργατικού δυναμικού και τα υψηλά επίπεδα πληθωρισμού. Επιπλέον, η χωρητικότητα αυξήθηκε 0,4% τον Αύγουστο του 2022 σε σύγκριση με τον Αύγουστο του 2021 ενώ η πληρότητα σύμφωνα με τον συντελεστή φορτιού έπεσε στο 50,2%, μειούμενη κατά 9,2 ποσοστιαίες μονάδες.

1.6.4 Πληθωρισμός και Ενεργειακή Κρίση

Οι έντονες προκλήσεις που δέχεται σήμερα ο κλάδος της αεροπορικής βιομηχανίας και κυρίως στην περιοχή της Ευρώπης έχουν θέσει μια εκ νέου τάξη πραγμάτων για εκείνες τις επιχειρήσεις. Η περιορισμένη εξόρυξη άνθρακα στην Κίνα, οι μειώσεις διέλευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου στην Ευρώπη και η έντονη στενότητα στον τομέα της διύλισης που παράγει βενζίνη, πετρέλαιο και γενικότερα αεροπορικά καύσιμα, οδηγεί σήμερα στην σταδιακή αποκορύφωση της ενεργειακής κρίσης σε όλο τον κόσμο. Ο πόλεμος ανάμεσα στις ευρωπαϊκές χώρες της Ουκρανίας και της Ρωσίας, επηρέασε σχεδόν ακαριαία τις τιμές πολλών αγαθών, επιδεινώνοντας την τιμολόγηση της ενέργειας για όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση καταγράφοντας αύξηση 40,2% από το προηγούμενο έτος. Παράλληλα, σύμφωνα με το διάγραμμα 1.15, οι πληθωριστικές αυξήσεις στον χώρο της Ένωσης έφτασαν τον Μάρτιο του 2022 στο 7,8%, ενώ ένα χρόνο πριν ο πληθωρισμός οριζόταν μόλις στο 1,7%.



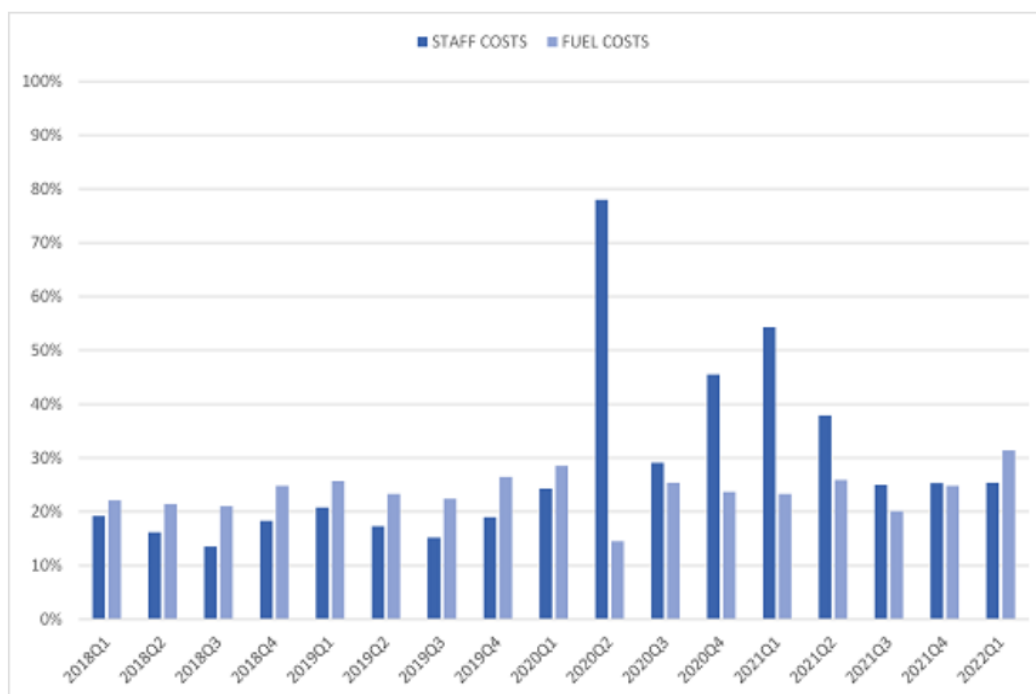
Πηγή: Eurocontrol, Μάιος 2022

Διάγραμμα 1.16

Πληθωρισμός και τιμές ενέργειας

Το κόστος καυσίμων και προσωπικού ήταν ανέκαθεν το σημαντικότερο κόστος των αεροπορικών εταιρειών. Η ενεργειακή κρίση μαζί με τις πληθωριστικές αυξήσεις της οδήγησαν σε ταυτόχρονη αύξηση των τιμών τόσο των καυσίμων των αεροσκαφών όσο και των μισθολογικών απαιτήσεων, πράγμα αρκετά ασυνήθιστο για την βιομηχανία.

Staff and fuel costs as share of total revenues



Πηγή: Scope Ratings, Ιούλιος 2022

Διάγραμμα 1.17

Κόστος εργαζομένων και καυσίμων ως ποσοστό επί των εσόδων (2018-2022)

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 1.17, το πρώτο τρίμηνο του 2022 το κόστος των καυσίμων έφτασε στο 30% των συνολικών εσόδων για τους αερομεταφορείς, ενώ το κόστος προσωπικού βελτιώθηκε ως ποσοστό των εσόδων λόγω της εξομάλυνσης της πανδημίας και του υψηλού επιπέδου τουριστικής κίνησης. Πάραυτα, οι μαζικές απολύσεις που αναγκάστηκαν οι εταιρείες αερομεταφορών να πραγματοποιήσουν το 2020 κατά την διάρκεια της πανδημίας σε συνδυασμό με τον πληθωρισμό των μισθών να επιταχύνεται έως σήμερα, οδηγούν σε μελλοντικές κοστοβόρες συμβάσεις εργασίας προκειμένου οι εργαζόμενοι να ανταπεξέλθουν με την σειρά τους στο επί του παρόντος αυξημένο κόστος ζωής.

1.6.5 Ηγέτες στον Ευρωπαϊκό Κλάδο Αερομεταφορών

Το 2018, καταγράφηκαν στην Ευρώπη 375 ενεργείς αεροπορικές εταιρείες ενώ πραγματοποιήθηκαν πάνω από 9.112.303 πτήσεις. Η έντονη αβεβαιότητα των επομένων ετών δημιούργησε πολλές διακυμάνσεις στον αεροπορικό χώρο αναγκάζοντας πολλά από τα σταθερά δεδομένα να αλλάξουν. Πολλές αεροπορικές εταιρείες τερμάτισαν τις υπηρεσίες τους ή τις έθεσαν υπό αδράνεια ενώ παράλληλα, νέες άρπαξαν την ευκαιρία των χαμηλών τιμών εξοπλισμού ώστε να ιδρυθούν.

Η Ευρώπη διαθέτει μια ποικίλα λίστα αεροπορικών εταιρειών που προσφέρουν τακτικές περιφερειακές και διηπειρωτικές πτήσεις, καθώς και πολλές μικρές αερογραμμές ή πτήσεις τσάρτερ. Στην Ευρώπη υπάρχουν επτά μεγάλες εταιρείες πλήρους εξυπηρέτησης, επτά μεγάλες εταιρείες χαμηλού κόστους και περισσότερες από 15 δημοφιλείς περιφερειακές αεροπορικές εταιρείες.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός πως καμία ευρωπαϊκή αεροπορική εταιρεία δεν έκλεισε εν μέσω πανδημίας χάρη στην άμεση ή έμμεση παρέμβαση κυβερνήσεων. Δυναμικές αεροπορικές εταιρείες στην Ευρώπη μέσω της αποτελεσματικής τους στρατηγικής, τις συνεργασίες, της έντονης μάχης αλλά και της βαθιάς τσέπης που διέθεταν, κατάφεραν να ορθοποδήσουν ύστερα από τις δυσχερείς συνθήκες της πανδημίας και να συνεχίσουν τις άριστες υπηρεσίες τους. Σύμφωνα με το Skytrax, ένα ιστότοπο αξιολόγησης και κατάταξης αεροπορικών εταιρειών και αεροδρομίων με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο, οι καλύτερες ευρωπαϊκές εταιρείες αερογραμμών μέσα στο 2022 είναι με σειρά προτεραιότητας οι:

1. Turkish Airlines (Τουρκία)
2. Air France (Γαλλία)
3. Swiss International Air Lines (Ελβετία)
4. British Airways (Ηνωμένο Βασίλειο)
5. Lufthansa (Γερμανία)
6. KLM Royal Dutch Airlines (Ολλανδική- Γαλλική)
7. Virgin Atlantic (Ηνωμένο Βασίλειο)
8. Finnair (Φιλανδία)
9. Iberia (Ισπανία- Ηνωμένο Βασίλειο)
10. Aegean Airlines (Ελλάδα)

Αυτές οι αερογραμμές καθίστανται οι σημαντικότερες της Ευρώπης. Αν και οι περισσότερες ευρωπαϊκές αερογραμμές μαζί και με τις βραβευμένες δεν τερμάτισαν τις υπηρεσίες τους εν μέσω της πανδημίας, πολλές ήταν εκείνες που κατάφεραν να παραμείνουν στην επιφάνεια όμως με ανεπανόρθωτες ζημιές στα οικονομικά τους. Στο τέλος του έτους 2022, φαίνεται πως αρκετές από αυτές δεν θα αντέξουν τις τραυματικές απώλειες κερδών και πιθανότατα να αναγκαστούν σε συγχώνευση ή και ολική πώληση των περιουσιακών τους στοιχείων εντός των επόμενων χρόνων.

Η αεροπορική βιομηχανία αποδεικνύεται πως είναι ένας ισχυρός τομέας στην Ευρώπη που συμβάλλει αισθητά στο κοινό ΑΕΠ. Το θεσμικό πλαίσιο, που έχει ορισθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, έχει επιτύχει μια ενιαία αγορά με ίσες ευκαιρίες προσδιορίζοντας σημαντικό παράγοντα στην βέλτιστη εξέλιξη του κλάδου. Η δύσκολη περίοδο της πανδημίας και του εγκλεισμού έσπρωξαν στα όρια κάθε μια από τις υφιστάμενες αεροπορικές εταιρείες οδηγώντας τις σήμερα ξανά στην αφετηρία των θετικών πρόσημων στα κέρδη. Όμως, η χρόνια κοινή στρατηγική, οι συλλογικές αποφάσεις και η ενιαία αγορά της Ευρώπης κατάφεραν όχι μόνο να επιβραδύνουν και να σταθεροποιήσουν την δυσμενή αυτή συνθήκη αλλά και να καταγράψει ο κλάδος κέρδη εις νέον.

1.7 Ανακεφαλαίωση

Σε αυτό το κεφάλαιο έγινε η ιστορική παρουσίαση της αεροπορικής βιομηχανίας από τα πρώτα χρόνια ανακάλυψης της αεροδυναμικής έως και σήμερα. Αναφέρθηκε το ρυθμιστικό πλαίσιο και οι αρχές που εκτείνονται παγκόσμια σε θέματα εναέριας συνύπαρξης. Στην συνέχεια, παρουσιάστηκε το σύγχρονο εξωτερικό περιβάλλον επιρροής αναλύοντας τις επικρατέστερες επιδοκίμασιες του κλάδου την τελευταία τετραετία. Μέσα στο ίδιο πλαίσιο, δόθηκαν οι βασικές δραστηριότητες του κλάδου και τα σημαντικότερα κόστη για τις υφιστάμενες επιχειρήσεις. Παράλληλα, αναφέρθηκαν οι βασικότερες κατηγορίες αεροπορικών εταιρειών και αναλυθήκαν τα γενικότερα ανταγωνιστικά χαρακτηριστικά των αερομεταφορών έναντι των υπόλοιπων μέσω μεταφοράς. Τέλος, εστίαση έγινε σε θέματα ρυθμιστικού πλαισίου, οικονομικής συνεισφοράς, συγχρόνων προβληματισμών και ηγετών που σχετίζονται με τον κλάδο της αεροπορίας στο χώρο της Ευρώπης.

1.8 Βιβλιογραφία

- Davies, R. (1964). *History of The World's Airlines*. Oxford University Press.
- Loftin, L. K. (1985). *Quest for performance: The evolution of modern aircraft*. Washington: United States Government.
- Morrell, P. S. (2007). *Airline Finance (Third Edition)*. Ashgate Publishing Company.
- Sato, R. C. (2013, April). Risk assessment in airlines stocks market. *Journal of Transport Literature*, σσ. 352-372.
- Thurston, D. B. (2000). *The World's most significant and Magnificent Aircraft: Evolution of the Modern Airplane*, Society of Automotive Engineers. Society of Automotive Engineers.
- Wensveen, J. G. (2007). *Air Transportation A Management Perspective (Sixth Edition)*. Ashgate Publishing Company.
- Wensveen, J. G. (2015). *Air Transportation A Management Perspective (Eighth Edition)*. Routledge Taylor & Francis Group.
- <https://ourworldindata.org/>
- <https://www.icao.int/Pages/default.aspx>
- <https://www.wikipedia.org/>
- <https://www.wrightbrothers.org/>
- <https://covid19.gov.gr/>
- <https://www.iata.org/>
- <https://www.airlines.org>
- <https://www.easa.europa.eu/eco/eaer>
- <https://ec.europa.eu/eurostat>
- <https://www.oag.com/frequency-capacity-statistics>
- <https://www.eurocontrol.int/>
- <https://www.worldairlineawards.com/>
- <https://www.scoperatings.com/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

2.1 Εισαγωγή

Ο χρηματοοικονομικός κλάδος αποτελεί κομμάτι της οικονομικής επιστήμης αλλά διακρίθηκε μέσα σε αυτή από την ικανότητα του να περιγράφει και να αξιολογεί αξίες περιουσιακών στοιχείων, χαρτοφυλακίων και γενικότερα, επενδύσεων με συχνή χρήση μετοχικών δεικτών από τις κεφαλαιαγορές. Εν ολίγοις, επικεντρώνεται στην εξεύρεση και την διαχείριση των επιχειρηματικών κεφαλαίων με σημαντικό προσδιοριστικό παράγοντα το ρίσκο απόδοσης.

Η έννοια του ρίσκου ή κινδύνου (*risk*) συνεπάγεται με την πιθανότητα να επέλθει μια δυσάρεστη συνθήκη η οποία ίσως θα είναι καθοριστική για τη εξέλιξη της ζωής ενός ατόμου ή μίας επιχείρησης. Σημαντικό παράγοντα στην κατανόηση, την περιγραφή και την ανάλυση του κινδύνου της εκάστοτε επένδυσης αποτελεί το ύψος αυτής της πιθανότητας. Με άλλα λόγια, η πιθανότητα να συμβεί κάτι αρνητικό για κάποιον είναι σχεδόν δεδομένη άλλα η αναγνώριση της έντασης, η μερική αντιμετώπιση και η διατήρηση σε χαμηλά επίπεδα ωφελεί εκείνους που αναλαμβάνουν το ρίσκο. Η χρηματοοικονομική επιστήμη αποτελεί το κομμάτι εκείνο της οικονομικής επιστήμης που έχει αναλάβει ακριβώς αυτό το σκοπό προς όφελος κάθε επιχειρηματικής μονάδας ή γενικότερα επενδυτή.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, θα αναφερθεί η εξέλιξη της χρηματοοικονομικής επιστήμης διευκρινίζοντας την έννοια του κινδύνου μέσα σε αυτή. Στη συνέχεια, θα ταξινομηθούν οι επικρατέστερες μορφές κινδύνου στην αγορά εντός και εκτός επιχείρησης, οι οποίες αποτελούν σημαντικούς παράγοντες αφύπνισης κάθε επιχείρησης προκειμένου να τις αντισταθμίσει και να τις αντιμετωπίσει εγκαίρως. Κατόπιν, θα γίνει μια περιληπτική ανάλυση της διαδικασίας διοίκησης του κινδύνου στο εσωτερικό μιας επιχείρησης ενώ ταυτόχρονα, θα κατονομαστούν τα πλεονεκτήματα που επέρχονται σε μια επιχειρηματική μονάδα από την εν λόγω διαδικασία. Τέλος, θα περιγραφούν οι σημαντικότεροι εν δυνάμει κίνδυνοι που αφορούν τον αεροπορικό κλάδο στο εξωτερικό του περιβάλλον και την εξέλιξη του στο τρέχον έτος.

2.2 Η Έννοια του Κινδύνου στη Χρηματοοικονομική Επιστήμη

Ενδείξεις ανάγκης χρηματοοικονομικής διαχείρισης ήρθαν με την αυγή του πολιτισμού. Η πρώτη καταγραφή ενός είδους νομίσματος εντοπίστηκε στην Κίνα κατά την νεολιθική εποχή. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούσαν τα κοχύλια cowrie ως γενικά τοπική αποδεκτή μορφή χρήματος.¹¹ Η γέννηση της τραπεζικής ανάγκης και διαφύλαξης ξεκίνησε στη Βαβυλωνιακή αυτοκρατορία, όπου οι ναοί και τα ανάκτορα χρησιμοποιούνταν ως θησαυροφυλάκια για πολύτιμα αγαθά όπως ήταν εκείνο τον καιρό τα σιτηρά, βοοειδή και διάφορα σπάνια υλικά. Την ίδια χρονική περίοδο, η πόλη των Σουμερίων Ουρούκ στη Μεσοποταμία ανέπτυξε το ασφαλές εμπόριο με χρήση δάνειου και επιπροσθέτου τόκου. Παράλληλα, καθόρισαν ένα σύστημα εγγύησης δανεισμού διαθέσιμο για τους πρώτους ναυτεμπόρους της Μεσογείου, το οποίο καταγράφηκε στον περίφημο Κώδικα του Χαμουραμί (1.750 π.Χ.).¹² Το σύστημα αυτό υποστήριζε πως αν ένας έμπορος λάμβανε ένα δάνειο για να χρηματοδοτήσει τη μεταφορά του φορτίου μπορούσε να πληρώσει ένα επιπρόσθετο ποσό για την απαλλαγή της αποπληρωμής του δάνειου σε περίπτωση που το φορτίο χανόταν στη θάλασσα ή το έκλεβαν.

Με το πέρασμα των ετών, διαμορφώθηκαν επιπρόσθετες χρηματοοικονομικές απαιτήσεις που αφορούσαν τη νομισματική ισοτιμία, τη χρηματοδότηση και την επένδυση. Το 1460 μ.Χ. ιδρύθηκε στην Αμβέρσα του Βελγίου το πρώτο χρηματιστήριο μετοχικών αξιών, όπου στην συνέχεια εκτελέσθηκε η πρώτη ανταλλαγή μετοχών. Κοντά στο 1602 μ.Χ., μετά την ίδρυση του χρηματιστηρίου στο Άμστερνταμ εισήχθη η πρώτη πολυμετοχική εταιρεία γνωστή ως Ολλανδική Εταιρεία Ανατολικών Ινδιών (*Dutch East India Company*). Λίγα χρόνια αργότερα, δημιουργήθηκε και η πρώτη ολοκληρωμένη Τράπεζα της Αγγλίας με σκοπό να χρηματοδοτήσει το Βρετανικό Ναυτικό.

Η ανακάλυψη του χρηματιστηρίου, των τραπεζών αλλά και η πλέον καθορισμένη έννοια της επένδυσης, έφεραν στο προσκήνιο την πιθανότητα απώλειας κεφαλαίου γνωστή και ως ρίσκο (ή κίνδυνο). Η έννοια του κινδύνου αποτέλεσε ένα από τα σημαντικότερα κεφάλαια της χρηματοοικονομικής επιστήμης καθιστώντας τη μια από τις σπουδαιότερες στον οικονομικό κλάδο και όχι μόνο.

¹¹ Museum of the World (britishmuseum.withgoogle.com)

¹² Η ιστορία της ασφάλισης: Από τον Χαμουραμί στον Edward Lloyd (insurancedaily.gr)

Αν και ο χρηματοοικονομικός κίνδυνος (*Financial Risk*) ως όρος εμφανίστηκε πρώτη φορά σε επιστημονικό έγγραφο το 1920 (Foster and Catching, 1925), η βασική διαμόρφωση και τεκμηρίωση του όρου ήρθε μετά το 1950 από τους διακεκριμένους επιστήμονες Miller, Modigliani και Markowitz (Jedynak, 2021).

Σύμφωνα με εκείνους, οποιαδήποτε απόφαση λαμβάνεται κάτω από αβέβαιες μελλοντικές συνθήκες ενέχει κίνδυνο. Επομένως, η έκθεση στον κίνδυνο γίνεται καθημερινά και με ποικίλους τρόπους. Στην χρηματοοικονομική ορολογία όμως η έννοια του κινδύνου διαφέρει από τον κοινό όρο διότι αφορά τις έννοιες του κέρδους - απώλειας. Συγκεκριμένα, «Ο κίνδυνος είναι ένα μέτρο αβεβαιότητας σχετικά με τη μελλοντική απόδοση μιας επένδυσης, που αξιολογείται σε κάποιο χρονικό ορίζοντα και σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς». Με άλλα λόγια, ο κίνδυνος μιας επένδυσης διαφέρει αισθητά ανάλογα με το χρονικό διάστημα που θα αξιολογηθεί. Το χρονικό διάστημα αυτό μπορεί να αποτελεί μέρες έως και χρόνια. Με τον όρο επένδυση ορίζεται οποιαδήποτε δέσμευση κεφαλαίων, χρόνου ή άλλης ύλης με σκοπό την απολαβή πρόσθετων κεφαλαίων στον επενδυτή. Σημειώνεται πως η αναμενόμενη τιμή που λαμβάνει ποσοτικά ο κίνδυνος αποτελεί συγκριτική βαρύτητα με ένα δεδομένο σημείο αναφοράς όπως ένα εναλλακτικό σχέδιο δράσης.

Είναι σημαντικό να διευκρινιστεί η ειδοποιός διαφορά ανάμεσα στην έννοια του κινδύνου (*Risk*) και της αβεβαιότητας (*Uncertainty*). Η διαφορά των δύο εννοιών οφείλεται στην καθαρά αντικειμενική και υποκειμενική τους διάσταση. Ενώ η «αβεβαιότητα» φαίνεται να ανήκει στην υποκειμενική σφαίρα, ο «κίνδυνος» έχει μια ισχυρή αντικειμενική συνιστώσα. Σύμφωνα με τον Frank Knight και τον John Maynard Keynes, η αβεβαιότητα αποτελεί μια μη προβλέψιμη συνθήκη με περιθώρια ευνοϊκών αποτελεσμάτων ενώ αντίθετα, ο κίνδυνος έχει ποσοτική υπόσταση και αντιπροσωπεύει την πιθανότητα απώλειας (Jedynak, 2021).

Η συνεισφορά της χρηματοοικονομικής επιστήμης έχει διευκολύνει έντονα τις καθημερινές, οικονομικές και πολιτικές ανάγκες. Ο καθορισμός της έννοιας του κινδύνου ως πιθανότητα απώλειας επιτεύχθηκε μέσα από τη χρηματοοικονομική επιστήμη συμβάλλοντας τόσο στην επεξήγηση δυσάρεστων γεγονότων όσο και στην αποφυγή εκείνων. Η έντονη ανάγκη του σύγχρονου επιχειρηματικού κόσμου όχι μόνο να διατηρήσει άλλα να αυξήσει τα επενδυόμενα κεφάλαια, αναδεικνύει περισσότερο τη χρησιμότητα της έννοιας του κινδύνου. Με αφετηρία το προσδιορισμό της έννοιας

έχουν αναπτυχθεί ποικίλα εργαλεία προσέγγισης με αποτέλεσμα υψηλότερα επίπεδα πιθανής θετικής απόδοσης.

2.3 Κατηγορίες Κινδύνου

Η διαμόρφωση του κινδύνου προέρχεται από πολλούς παράγοντες όπου είναι σημαντικό να ονομαστούν καθώς κάθε ένας απαιτεί κατανόηση και εξειδικευμένη διαχείριση. Κατά καιρούς έχουν εντοπιστεί διάφοροι παράγοντες που μεταβάλλουν τον κίνδυνο σε κάθε δεδομένη επιχειρηματική δράση. Η πιο γνωστή μορφή κινδύνου στα χρηματοοικονομικά είναι το επενδυτικό ρίσκο (*Investment Risk*). Η μορφή αυτή είναι δυνατόν να ταξινομηθεί σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τον συστηματικό (*Systematic Risk*) και τον μη συστηματικό κίνδυνο (*Unsystematic Risk*) (Stephen G. Cecchetti, 2015). Οι κίνδυνοι που επηρεάζουν μια ολόκληρη οικονομική αγορά ή ένα μεγάλο μέρος αυτής γνωστοί και ως κίνδυνοι αγοράς (*Market Risk*) εντάσσονται στην πρώτη κατηγορία επενδυτικού κινδύνου. Αντίθετα, στη δεύτερη κατηγορία όπου αναφέρεται στον μη συστηματικό κίνδυνο ή εναλλακτικά, ειδικός κίνδυνος, περιλαμβάνει κινδύνους που επηρεάζουν ένα συγκριμένο κλάδο ή μια μόνο επιχείρηση. Στην συνέχεια αναλύονται οι επικρατέστερες μορφές κινδύνου σύμφωνα με τους Crouhy, Galai και Mark στο βιβλίο “*The Essentials of Risk Management*”(2006).

➤ **Κίνδυνος Αγοράς**

Πρόκειται για μακροοικονομικούς κινδύνους όπου μπορούν να μεταβάλλουν τις τιμές της χρηματοπιστωτικής αγοράς και κατά συνέπεια να μειώσουν την αξία ενός τίτλου ή ενός χαρτοφυλακίου. Στη κατηγορία του Κινδύνου Αγοράς (*Market Risk*) εντάσσονται τα επιτόκια, ο πληθωρισμός, ο συναλλαγματικός κίνδυνος, οι τιμές των μετοχών και οι τιμές εμπορευμάτων, το διαθέσιμο εργατικό δυναμικό, η τεχνολογία καθώς και επιμέρους κατηγορίες κινδύνου όπως ο κίνδυνος της εκάστοτε χώρας, ο νομικός και ρυθμιστικός κίνδυνος, ο περιβαλλοντικός και ο πολιτικός κίνδυνος.

➤ **Πιστωτικός Κίνδυνος**

Ο Πιστωτικός Κίνδυνος (*Credit Risk*) θεωρείται ένας από τους βασικότερους τύπους κινδύνου καθώς χαρακτηρίζει έναν αντισυμβαλλόμενο για την επαρκή ή μη ικανότητα του να καλύψει της χρηματικές του οφειλές εμπρόθεσμα ύστερα από νόμιμο συμφωνητικό. Συνήθως πρόκειται για δάνεια και ομόλογα. Οργανισμοί αξιολόγησης

της πιστοληπτικής ικανότητας όπως η Moody's Investors Services και η Fitch Ratings, αξιολογούν σε καθημερινή βάση τους πιστωτικούς κινδύνους χιλιάδων χωρών και εκδοτών εταιρικών ομολόγων.

➤ **Επιχειρηματικός Κίνδυνος**

Ο επιχειρηματικός κίνδυνος (*Business Risk*) αναφέρεται στον προφανή κίνδυνο που εκτίθεται μια εταιρεία ή ένας οργανισμός να μην εκπληρώσει το σκοπό του και να οδηγηθεί στην αποτυχία. Παράγοντες όπως η ανεπαρκής ζήτηση, ο ανταγωνισμός και οι σχετικοί κυβερνητικοί κανονισμοί απειλούν την ικανότητα της επιχείρησης να επιτύχει τους οικονομικούς της στόχους.

➤ **Λειτουργικός Κίνδυνος**

Ο συγκεκριμένος τύπος κινδύνου επικεντρώνεται στον εσωτερικό τρόπο διαχείρισης της επιχείρησης, το τρόπο λήψης αποφάσεων και το ρυθμιστικό πλαίσιο που εκτείνεται μέσα σε αυτή. Συγκεκριμένα, ο λειτουργικός κίνδυνος (*Operational Risk*) αναφέρεται στους πιθανούς λάθος χειρισμούς που αφορούν τον άνθρωπο, την οργάνωση και τα εσωτερικά συστήματα που ακολουθεί η εταιρεία.

➤ **Κίνδυνος Ρευστότητας**

Αυτός ο τύπος κινδύνου χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες, τον Κίνδυνο Ρευστότητας Χρηματοδότησης ή Ταμειακών Ροών (*Funding Liquidity Risk*) και τον Κίνδυνο Ρευστότητας Περιουσιακών Στοιχείων (*Asset Liquidity Risk*). Στην πρώτη περίπτωση, εντάσσεται το κύριο μέλημα ενός οργανισμού που κοιτά εάν η επιχείρηση μπορεί να χρηματοδοτήσει τις υποχρεώσεις της χωρίς να υποστεί καταστροφικές ζημιές. Όσον αφορά την δεύτερη υποκατηγορία, πρόκειται για την αδυναμία εκτέλεσης μιας πώλησης ενός περιουσιακού στοιχείου ή ολόκληρης της επιχείρησης στην αντικειμενική της αξία καθώς απαιτείται άμεση ρευστοποίηση ενώ παράλληλα, δεν υπάρχει προθυμία από μεριάς αγοραστών.

➤ **Κίνδυνος Φήμης**

Ο κίνδυνος φήμης (*Reputation Risk*) αντιπροσωπεύει τους παράγοντες εξαιτίας των οποίων διαμορφώνεται αρνητική εικόνα για μια επιχείρηση ή έναν οργανισμό. Οι παράγοντες που αποτελούν απειλή του ονόματος μιας επιχείρησης είναι τρεις. Άμεσα, δηλαδή μέσω δυσφημιστικών ενεργειών από μέρους επιχείρησης, έμμεσα, λόγω

στενευμένης κριτικής των υπάλληλων και τέλος εφαπτόμενα, εξαιτίας αρνητικού εξωτερικού περιβάλλοντος όπως χώρα προέλευσης, συνεργαζόμενα μέρη και προμηθευτές.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται πως ο κίνδυνος αποτελεί μια ευρεία έννοια και εκτείνεται σε αρκετές δραστηριότητες εντός και εκτός επιχείρησης. Σκοπός των υφιστάμενων εταιρειών είναι να εντοπίσουν τα κύρια σημεία του κινδύνου που επηρεάζουν την επιχείρησή τους, να προσδιορίσουν ποσοτικά την έννοια και τέλος, να σχεδιάσουν προσεκτικά μια αντισταθμιστική στρατηγική προκειμένου να μειωθεί ή να εξαλειφθεί το μεγαλύτερο ποσοστό κινδύνου.

2.4 Διοίκηση Κινδύνου

Ως διοίκηση κινδύνου (*Risk Management*) ορίζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα εντοπισμού, ανάλυσης, ιεράρχησης, αξιολόγησης και χάραξης στρατηγικής για τον μετριασμό των απειλών προς τα περιουσιακά στοιχεία και τα κέρδη ενός οργανισμού. Λόγω του γεγονότος πως το ρίσκο ή ο κίνδυνος είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι της επιχειρηματικής δράσης, η διαδικασία διαχείρισης του κινδύνου αφορά την επιλογή του είδους και του επιπέδου κινδύνου που είναι πρόθυμες οι επιχειρήσεις να αναλάβουν για δεδομένα μελλοντικά πιθανά κέρδη. Υπό αυτή την έννοια, η διαχείριση κινδύνου και η ανάληψη κινδύνου είναι δύο όψεις του ίδιου νομίσματος. Με άλλα λόγια, σκοπός της διαχείρισης κινδύνου είναι να καθορίσει την ισορροπία που υπάρχει μεταξύ κινδύνου και ευκαιριών προκειμένου οι δράσεις της επιχείρησης να οδηγηθούν υπέρ των ευκαιριών και μακριά από κινδύνους.

Πρόκειται για μια συνεχή διαδικασία εκ μέρους της επιχείρησης καθώς το εξωτερικό περιβάλλον εξελίσσεται με υψηλούς ρυθμούς αλλάζοντας καθημερινά τα δεδομένα και προσθέτοντας επιπλέον απειλές για έναν οργανισμό. Δεδομένης αυτής της κατάστασης διαμορφώθηκε η Διοίκηση Επιχειρηματικού Κινδύνου (*Enterprise Risk Management - ERM*), δηλαδή μια εταιρική ολοκληρωμένη διαδικασία για τη διαχείριση των αβεβαιοτήτων που θα μπορούσαν να επηρεάσουν αρνητικά ή θετικά την επίτευξη των στόχων της εταιρείας. Παράλληλα, εντάχθηκε μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες θέσεις στελεχών, του υπεύθυνου διαχείρισης κινδύνου (*Chief Risk Officer*), με σκοπό την επίβλεψη της αποτελεσματικής εκτέλεσης περιορισμού του κινδύνου (Tony Merna, 2008).

Το σύστημα Διαχείρισης Έργου Γνώσης (*Project Management Body of Knowledge*) (1996) έχει χρησιμοποιηθεί για να δώσει μια σύντομη περιγραφή των απαραίτητων διαδικασιών της διαχείρισης κινδύνου. Αναλυτικά, περιλαμβάνονται τα εξής:

- ✓ *Αναγνώριση και Αξιολόγηση Κινδύνου*: Το πρώτο βήμα αφορά τον προσδιορισμό των κινδύνων (*Risk Assessment*), την τεκμηρίωση των χαρακτηριστικών του, καθώς και τις πιθανές επερχόμενες επιπτώσεις στους οικονομικούς στόχους της επιχείρησης.
- ✓ *Ποσοτικοποίηση και Ανάλυση Κινδύνου*: Υπάρχουν δύο μέθοδοι ανάλυσης κινδύνου (*Risk Analysis*), η ποιοτική και η ποσοτική ανάλυση. Στην πρώτη περίπτωση περιγράφεται η φύση και οι επιπτώσεις του κινδύνου χωρίς να καταλήγει σε αριθμητικά δεδομένα, ενώ κύριος στόχος είναι η καλύτερη κατανόηση των εγγενών κινδύνων. Αντίθετα, ποσοτική ανάλυση είναι η μέθοδος ποσοτικού προσδιορισμού του κινδύνου μέσω στατιστικών μοντέλων.
- ✓ *Ανταπόκριση Κινδύνου*: Πρόκειται για το τελευταίο στάδιο διαχείρισης όπου περιλαμβάνει την συνολική πληροφορία σχετικά με την κερδοφορία μιας επένδυσης, καθώς και την τελική της αξιολόγηση. Σε αυτό το στάδιο υπάρχουν τέσσερις επιλογές ανταπόκρισης (*Risk Response*), η αποφυγή της πηγής κινδύνου (*avoidance*), η μείωση κινδύνου (*reduction*), η μεταφορά του κινδύνου σε τρίτους (*transfer*) και τέλος, η διατήρηση κινδύνου (*retention*) εκούσια ή ακούσια.

Η διαχείριση κινδύνου είναι ένα εργαλείο του επιχειρηματικού κόσμου να έρθει πιο κοντά στην επιτυχία. Ο προγραμματισμένος έλεγχος του ρίσκου διαμορφώνοντας μια καθορισμένη εικόνα ποιοτική και ποσοτική ωφελεί ιδιαίτερα κάθε επιχειρηματική μονάδα προκειμένου να κάνει ένα βήμα πιο κοντά σε μια επιτυχημένη επένδυση. Σύμφωνα με τους Charman και Ward (1997) τα κυριότερα οφέλη που προέρχονται από το σύστημα διαχείρισης κινδύνου είναι τα εξής:

1. Η προληπτική προσέγγιση του κινδύνου.
2. Οι εκτιμήσεις είναι βασισμένες σε μεγάλο διαθέσιμο όγκο πληροφοριών.
3. Εντοπισμός και βελτίωση πιθανών δυσάρεστων σεναρίων.
4. Ο προσδιορισμός και η παρακολούθηση της επένδυσης γίνεται με αντικειμενικά κριτήρια.
5. Οραματισμός εναλλακτικών σχεδίων δράσης σχετικά με τη διαχείρισή τους ως μέρος της αντιμετώπισης κινδύνου.

6. Η δημιουργία ευφάνταστων απαντήσεων στους εγγενείς κινδύνους.
7. Η δημιουργία στατιστικού ιστορικού προφίλ κινδύνου που επιτρέπει την μελλοντική βελτιωμένη μοντελοποίηση.

Ο ολοένα και απαιτητικότερος επιχειρηματικός κλάδος όπου επεκτείνεται σταδιακά σε παγκόσμια κλίμακα, αναγκάζει τα στελέχη σήμερα να μελετήσουν ιδιαίτερα προσεκτικά και μεθοδικά τις πραγματικές δυνατότητες των επιχειρηματικών τους μονάδων προκειμένου να αποκτήσουν το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που να τους εκτοξεύσει και θα τους διατηρήσει στην κορυφή. Ανάμεσα στην τεχνολογία, την καινοτομία, την στρατηγική και την πληροφορία κατατάσσονται και τα οικονομικά στοιχεία των επιχειρήσεων όπου με την σειρά τους ευνοούν τις επιχειρήσεις προμηθεύοντας τους με ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα σχετικά με την βιωσιμότητα της εκάστοτε επιχείρησης. Στόχος εδώ και μερικά χρόνια είναι η δυνατότητα των επιχειρήσεων να αναγνωρίσουν και διαχειριστούν τα περιθώρια κινδύνου που αναλαμβάνουν μειώνοντας το σε επιθυμητά επίπεδα. Δεδομένου πως το ρίσκο αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της οικονομικής και επιχειρηματικής δράσης καθώς συνεπάγεται με την δυνατότητα διάκρισης και επιτυχίας, τα ανώτερα στελέχη οφείλουν να εξετάσουν προσεκτικά τον όγκο κινδύνου που η επιχείρηση αντέχει να αναλάβει προκειμένου να διατηρήσει την εύρυθμη λειτουργία και βιωσιμότητα της.

2.5 Κίνδυνοι Αεροπορικών Εταιρειών

Ο αεροπορικός κλάδος χαρακτηρίζεται από κυκλική ζήτηση, έντονο ανταγωνισμό, μεγάλες επενδύσεις σε κεφάλαιο και ανθρώπινους πόρους, υψηλά ρυθμιστικά εμπόδια και αρκετές επιδοκμασίες με επιτακτική ανάγκη προς λύση, όπως η στροφή σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Όλα τα παραπάνω, οδηγούν σε μια συνεχή έκθεση σε οικονομικούς κινδύνους που επηρεάζουν και καθιστούν τις αποδόσεις των μετοχών ευάλωτες στην μεταβολή. Καθώς ο αεροπορικός κλάδος θεωρείται έντονα εξαρτώμενος τόσο από το εσωτερικό του περιβάλλον όσο και από το εξωτερικό περιβάλλον, οι πιθανά εμφανιζόμενοι κίνδυνοι πολλαπλασιάζονται για αυτόν. Ανάμεσα στους αναρίθμητους κινδύνους που επηρεάζουν άμεσα και έμμεσα τον κλάδο των αερογραμμών, οι επικρατέστεροι σύμφωνα με την Διεθνής Ένωση

Αερομεταφορών (IATA), για το τρέχον έτος του 2022 αναλύονται λεπτομερώς στη συνέχεια.¹³

I. Γεωπολιτική Αναταραχή

Η παγκοσμιοποίηση και η πλέον έντονη αλληλεξάρτηση κρατών, οδήγησε στην σύγχρονη πραγματικότητα που θέλει ένα πανομοιότυπο εξωτερικό περιβάλλον για όλα τα μέλη της. Μαζί με την μαζική ανάπτυξη, την διακρατική απελευθέρωση και την συλλογική προσπάθεια βελτίωσης της κοινωνικής, πολιτικής και περιβαλλοντικής ευαισθησίας, ακολουθούν και οι παγκόσμιες επιδοκίμασιες, η οικονομική κρίση, η έλλειψη δυσέυρετων πόρων στην αγορά καθώς και οι αλληλεξαρτήσεις τιμών. Τα τελευταία έτη, οι δυσάρεστες εξωτερικές συνθήκες έχουν πολλαπλασιαστεί, με αποτέλεσμα κάθε παγκοσμιοποιημένος κλάδος να διατρέχει σοβαρούς κινδύνους. Ο αεροπορικός κλάδος θεωρείται ένας από τους πιο παγκοσμιοποιημένους με έντονη και άμεση επιρροή από εξωτερικά συμβάντα. Η διαχρονικά φθίνουσα εξόρυξη ορυκτών πόρων, η τριετή πανδημία, ο πόλεμος στην Ευρώπη και η αύξηση του πληθωρισμού οδηγούν σε μια πρωτοεμφανιζόμενη σειρά κινδύνων για τον αεροπορικό κλάδο. Η ταυτόχρονη αύξηση τιμών καυσίμου και εργατικού κόστους, οι ρυθμιστικές αναδιοργανώσεις εξαιτίας του πολέμου και του Brexit από την ΕΕ, καθώς και η έντονη ανησυχία σχετικά με την μελλοντική ζήτηση για αεροπορικές υπηρεσίες που πιθανόν λόγω αμφίβολου εξωτερικού περιβάλλοντος δεν καταφέρουν να φτάσουν τα κατώτερα επιτρεπόμενα όρια παραγωγής, οδηγούν σε ένα έντονα προβληματικό περιβάλλον. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, σοβαροί προβληματισμοί αναπτύσσονται σχετικά με τις πηγές εφοδιαστικής αλυσίδας της αεροπορικής βιομηχανίας, καθώς η χώρα της Ρωσίας αποτελούσε βασικό προμηθευτή όχι μόνο φυσικών πόρων ενέργειας αλλά και τιτάνιου για την δημιουργία αεροσκαφών.

II. Επιπτώσεις Της Πανδημίας

Αν και τα σύνορα έχουν ανοίξει και πάλι σε όλο τον κόσμο με την απειλή της πανδημίας να έχει εξομαλυνθεί το τελευταίο χρόνο, δεν έχει όμως εξαλειφθεί τελείως. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει ένας συνεχής φόβος για μια ακόμα παραλλαγή του ιού και έναν ακόμα εγκλεισμό στα σύνορα των κρατών. Για τον αεροπορικό κλάδο, η πανδημία αποτελεί ένα από τα πιο καταστροφικά σενάρια καθώς εκμηδενίζεται πλήρως η ανάγκη

¹³ The economic risks facing airlines | Airlines. (iata.org)

για ταξίδια αναψυχής και γενικότερα η αξία των αεροπορικών υπηρεσιών στην αγορά. Τα απομεινάρια όμως των οικονομικών καταστροφών στην αεροπορική βιομηχανία από τα προηγούμενα έτη έχουν μείνει και δύσκολα μπορούν να καλυφθούν με την πρόσφατη ανάκαμψη του κλάδου. Η αεροπορική βιομηχανία ευελπιστεί στη σταδιακή επαναφορά της ζήτησης σε επίπεδα προ πανδημίας μέσα στο ερχόμενο έτος, όπου θα ορίσει εκ νέου τα έσοδα των εταιρειών αερομεταφοράς επιφέροντας κέρδη και εξαλείφοντας τις μέχρι τώρα ζημίες.

III. Αυξανόμενη Περιβαλλοντική Συνείδηση

Η εικόνα την κοινωνίας σήμερα για τα αεροπλάνα έχει αλλάξει σε σχέση με τα παλαιότερα χρόνια. Οι κλιματικές αναταραχές, η αυξημένη ανάγκη καύσης των αεροσκαφών και η ανάπτυξη της τεχνολογίας έχουν συμβάλει στην ενοχοποίηση των αερομεταφορών σε θέματα που αφορούν την περιβαλλοντική καταστροφή. Τα αεροπλάνα δεν επιβαρύνουν μόνο με τα καυσαέρια που εκπέμπουν στην ατμόσφαιρα. Οι υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά την καύση επιδεινώνουν την επίδραση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα συμβάλλοντας στο «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου» και στην εξολόθρευση της στοιβάδας του όζοντος.

Αν και προσπάθεια εκ μέρους των εταιρειών αερομεταφοράς έχει γίνει σε βαθμό τέτοιο που το ποσοστό συμβολής του κλάδου στις παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι σταθερά εδώ και χρόνια στο 2-3%, οι κυβερνήσεις και οι περιβαλλοντικοί σύλλογοί επιδιώκουν την προώθηση σε εναλλακτικούς τρόπους μεταφοράς. Για παράδειγμα, έχει αποδειχθεί πως τα ταξίδια με τρένο είναι πολύ πιο φιλικά προς το περιβάλλον σε σχέση με το αεροπλάνο και μελλοντικές ενέργειες αφορούν σούπερ τρένα ταχύτητας. Επιπλέον, η προσπάθεια διατήρησης ή μείωσης του ποσοστού του κλάδου στο 2% θα αποτελέσει σοβαρή επιδοκιμασία καθώς η ηλεκτροκίνηση των οχημάτων θα βελτιώσει αισθητά το ποσοστό συμμετοχής τους στην περιβαλλοντική ρύπανση.

Ο ολοένα και αυξανόμενος αριθμός πτήσεων σε συνδυασμό της τεράστιας ενεργειακής ανάγκης του κλάδου φέρνουν στο προσκήνιο την υποχρέωση εύρεσης εναλλακτικών μορφών ενέργειας, με σκοπό την μείωση του ποσοστού συμβολής σε ρύπους. Ταυτόχρονα, μεγαλύτερες προσπάθειες ένδειξης της ευαισθητοποίησης του κλάδου σε θέματα πράσινης κουλτούρας θα πρέπει να γίνουν προκειμένου να παραμείνουν στην κορυφή, κυρίως δεδομένης της μεγάλης απειλής της τεχνολογίας και των

τηλεδιασκέψεων. Τα εν λόγω, διευκολύνουν το έργο πολλών εταιρειών προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια συνάντηση πρόσωπο με πρόσωπο και επομένως, τα επαγγελματικά εναέρια ταξίδια.

IV. Συναλλαγματική Ισοτιμία

Δεδομένου πως ο αεροπορικός κλάδος δραστηριοποιείται στην παγκόσμια αγορά, εκτίθενται άμεσα σε κάθε είδους επιπτώσεις που σχετίζονται με το διεθνές εμπόριο. Οι αερομεταφορείς πωλούν εισιτήρια και διαχειρίζονται τα έσοδα, τα περιουσιακά στοιχεία, τις επενδύσεις κεφαλαίου και τις υποχρεώσεις σε τοπικό και ξένο νόμισμα, ενώ συχνά ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο έκθεσης σε μεγάλο νόμισμα, όπως το δολάριο. Κάθε χώρα έχει το δικό της οικονομικό, πολιτικό και ρυθμιστικό σύστημα με αποτέλεσμα να καθορίζει τελικά την αξία του νομίσματος της έναντι των υπολοίπων. Ορισμένα νομίσματα υπερισχύουν ή θεωρούνται υποδεέστερα από άλλα βοηθώντας ή εμποδίζοντας την αύξηση των κερδών για τις αεροπορικές εταιρείες. Αυτή η μετατροπή σε διαφορετικό νόμισμα και η αβεβαιότητα των μελλοντικών συναλλαγματικών ισοτιμιών οδηγεί στον κίνδυνο συναλλάγματος. Οι αεροπορικές εταιρείες εκτίθενται συχνά στο ξένο νόμισμα του δολαρίου ΗΠΑ καθώς τα βασικά στοιχεία κόστους, όπως των καυσίμων, συντήρησης και γενικών λειτουργικών δαπανών τιμολογούνται συνήθως σε όρους δολαρίων ΗΠΑ.¹⁴ Η υψηλή αξία του δολαρίου θα έχει αντίκτυπο για πολλές αεροπορικές εταιρείες και ως εκ τούτου, η συναλλαγματική ισοτιμία έχει αρνητική επίπτωση στο τελικό αποτέλεσμα.

V. Έλεγχος Στα Αυξημένα Κόστη Εργασίας & Καυσίμων

Έχει αποδειχθεί πως τόσο το κόστος καυσίμων όσο και το κόστος εργατικού δυναμικού μπορούν να επηρεάσουν άμεσα την κερδοφορία μιας αεροπορικής εταιρείας. Εξαιτίας της υψηλής ανάγκης καυσίμων για λειτουργία των αεροσκαφών, ο αεροπορικός κλάδος είναι άμεσα αλληλεξαρτώμενος από τις τιμές και την ποσότητα του διαθέσιμου πετρελαίου. Αν και δεν συνηθίζεται στον κλάδο να ανεβαίνουν ταυτόχρονα τα δύο κόστη, οι σκληρές εποχές αυτών των ετών, οδηγούν στην παράλληλα μειωμένη προσφορά καυσίμων σε εξωφρενικές τιμές, ενώ η οικονομική κρίση με τις παγκόσμιες πληθωριστικές αυξήσεις καθιστούν τους κατώτερους μισθούς σε αρκετά υψηλά επίπεδα. Η απρόβλεπτη και ασταθής τιμολόγηση του πετρελαίου με τις παράλληλες

¹⁴ Foreign Exchange Risk in the Airline Industry (ukdiss.com)

κυβερνητικές παρεμβάσεις σε θέματα μισθολογικά, δεν επιτρέπει στις αεροπορικές εταιρείες να διαμορφώσουν αποτελεσματικές στρατηγικές με σκοπό την αντιστάθμιση του εν λόγω κινδύνου.

VI. Θέματα Χωρητικότητας και Ελέγχου Αεροδρομίου

Τα αεροδρόμια καθώς και το ανθρώπινο δυναμικό που τα συνοδεύει αποτελούν το άμεσο εξωτερικό περιβάλλον μιας αεροπορικής εταιρείας. Τα προβλήματα εντός αεροδρομίων υπήρχαν πάντα και απασχολούσαν κάθε αεροπορική εταιρεία. Το γεγονός πως ο έλεγχος πτήσεων, τα θέματα ασφάλειας και χειρισμού των αποσκευών καθώς και τα συστήματα οργάνωσης δεν εξαρτώνται άμεσα από τις αεροπορικές εταιρείες δημιουργούν σοβαρούς προβληματισμούς για εκείνες. Οι αρκετές απολύσεις που έγιναν πρόσφατα σε προσωπικό εδάφους οδήγησαν σε έντονες ελλείψεις, καθυστερήσεις και σύγχυση τόσο για τους επιβάτες όσο και για τις ίδιες τις αεροπορικές εταιρείες.¹⁵ Η κατάσταση συνεχούς πολύωρων καθυστερήσεων αλλά και ασταμάτητων ακυρώσεων εξαιτίας των αεροδρομίων δημιουργούν σε περαιτέρω προβλήματα με αυξημένα κόστη αποζημιώσεων και δυσφημίσεων. Τα βασικότερα προβλήματα ελέγχου τους τελευταίους 18 μήνες έχουν εντοπιστεί σε κομβικά αεροδρόμια της Ευρώπης όπως το Χίθροου στο Λονδίνο, στο αεροδρόμιο του Άμστερνταμ και στις Φρανκφούρτης.

Οι περισσότερες από τις σύγχρονες επιδοκίμασιες του αεροπορικού κλάδου έρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον του και επομένως, είναι δύσκολο να δαμαστούν. Θέματα γεωπολιτικών αναταραχών, εξωτερικών περιβαλλοντικών απαιτήσεων, πανδημίας καθώς και πολιτικοοικονομικά ζητήματα όπως οι πληθωριστικές αυξήσεις και οι επιβαλλόμενοι μισθοί, καθορίζουν ένα αρκετά αμετάβλητο περιβάλλον. Όλα τα παραπάνω μαζί με τα εσωτερικά συστήματα αεροδρομίων τοποθετούνται είτε στο γενικό είτε στο άμεσο περιβάλλον των αερομεταφορών, γεγονός που καθίσταται αδύνατο να χειριστεί από το εσωτερικό της επιχείρησης. Ο κίνδυνος που αποτελεί τον συνδετικό κρίκο ανάμεσα σε κάθε ένα από αυτούς με το εσωτερικό περιβάλλον κάθε αεροπορικής εταιρείας στον κλάδο, επιβάλλεται να περιοριστεί όσο το δυνατόν περισσότερο.

¹⁵ <https://www.flightworx.aero/blog/current-risks-and-threats-to-the-aviation-industry/>

Είναι γνωστό πως κάθε εταιρεία γνωρίζοντας το εξωτερικό πλαίσιο που την διαμορφώνει, εντοπίζει τους κινδύνους που την επηρεάζουν και διαμορφώνει αποτελεσματικές στρατηγικές για εξομάλυνση. Για το τρέχον έτος, ο αεροπορικός κλάδος αναμένεται να αντιμετωπίσει πιθανόν τις πιο σκληρές επιδοκιμασίες για εκείνον οι οποίες απαιτούν λεπτό χειρισμό. Προκειμένου να αποκτήσουν την ευκαιρία να παραμείνουν εντός αγοράς, οι αεροπορικές εταιρείες οφείλουν να επιλέξουν προσεκτικά τους συνεργάτες τους με έξυπνες και μακροχρόνιες συμφωνίες, να επιδιώξουν την σταθεροποίηση της αναλογίας κέρδους – ζημίας και να μην κάνουν σπασμωδικές κινήσεις ανάπτυξης. Γενικά, επρόκειτο για ένα έτος με αρκετές αναταραχές, αβεβαιότητα και δυσάρεστες εκπλήξεις ως προς τις αποκαλύψεις στις οικονομικές καταστάσεις που αφορούν τα προηγούμενα έτη σε αρκετές αεροπορικές στο κλάδο. Σημαντικό είναι να διαμορφώσουν στρατηγικές που θα καλύψουν τις απώλειες των προηγούμενων ετών αποκτώντας μια ισορροπημένη εικόνα κερδών, ενώ επένδυση θα πρέπει να γίνει μόνο σε θέματα πράσινης ανάπτυξης προκειμένου να διασφαλίσουν το μέλλον της επιχείρησης κοινωνικά και νομικά.

2.6 Ανακεφαλαίωση

Σε αυτό το κεφάλαιο δόθηκε μια σαφέστερη εικόνα για την έννοια του κινδύνου μέσα στη χρηματοοικονομική επιστήμη ενώ κατηγοριοποιήθηκαν οι βασικότεροι κίνδυνοι εντός της αγοράς. Επιπλέον, περιγράφηκαν τα βασικότερα βήματα προσεγγίσεως αντιμετώπισης του κινδύνου. Κατόπιν, αναφέρθηκαν οι παράγοντες συνεισφοράς των τμημάτων διοίκησης κινδύνου που έχουν καθιερωθεί τα τελευταία χρόνια εντός των εταιρειών. Τέλος, επισημάνθηκαν οι επικρατέστεροι παράγοντες κινδύνου για το τρέχον έτος στον αεροπορικό κλάδο με επιπλέον συμπεράσματα και προτάσεις αντιστάθμισης.

2.7 Βιβλιογραφία

- Barry Holt, D. S. (2013). *Enterprise Risk Management (ERM): A New Way of Looking at Risk Management at an Organisational Level*. Ανάκτηση από <https://www.researchgate.net/>
- C. Chapman, S. W. (2003). *Project Risk Management Processes, Techniques and Insights (Second edition)*. John Wiley & Sons Ltd.
- Crouhy, G. a. (2006). *The Essentials of Risk Management*. McGraw-Hill.

- D'Acunto, F. (2017). *From Financial History to History & Finance*. Ανάκτηση από <https://www.researchgate.net/publication/326909835>
- David Allen, E. L. (2019). *Risk Analysis and Portfolio Modelling*. MDPI.
- Gurudeo Anand Tularam, G. S. (2012). *Importance of Risk Analysis and Management– The Case of Australian Real Estate Market*.
- Jedynak, P. &. (2021). *Risk Management in Crisis*. London: Routledge.
- Przetacznik, S. (2022). *The evolution of risk management*. Ανάκτηση από researchgate: <https://www.researchgate.net/>
- Stephen G. Cecchetti, K. L. (2015). *Money, Banking, and Financial Markets (Fourth Edition)* . McGraw-Hill Education.
- Tony Merna, F. A.-T. (2008). *Corporate Risk Management (2nd Edition)*. John Wiley & Sons Ltd.
- <https://plato.stanford.edu/index.html>
- <https://www.nobelprize.org>
- <https://www.airlines.iata.org>
- <https://ukdiss.com>
- <https://scholar.google.com/>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/Πύλη:Κύρια>
- <https://www.britishmuseum.org>
- <https://www.mckinsey.com>
- <https://www.insurancedaily.gr>
- <https://www.flightworx.aero>
- <https://www.researchgate.net/>
- <https://openresearchlibrary.org/>
- <https://www.jstor.org/action/doBasicSearch?theme=open&Query=risk%20management>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΞΙΑΣ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ

3.1 Εισαγωγή

Η ανάλυση κινδύνου (*Risk Analysis*) θεωρείται ένα από τα σπουδαιότερα επιτεύγματα της χρηματοοικονομικής επιστήμης και ίσως μια από τις εντυπωσιακότερες προσεγγίσεις ανάλυσης γενικά στην οικονομική επιστήμη. Κάθε επενδυτική κίνηση στον επιχειρηματικό κόσμο ενέχει κίνδυνο αλλά ο εντοπισμός, ο προσδιορισμός και η μερική αντιστάθμιση του οδηγούν σε τελείως διαφορετικές αποφάσεις. Η ανάλυση κινδύνου γίνεται μέσω διάφορων στατιστικών εργαλείων που συμβάλλουν στη δημιουργία κάθε φορά ενός διαφορετικού συντελεστή βαρύτητας με σκοπό την βέλτιστη επιλογή επένδυσης.

Κατά τα τη διάρκεια των ετών, έχουν σχηματιστεί αρκετές μέθοδοι ανάλυσης του κινδύνου για τα χαρτοφυλάκια. Μια από τις σπουδαιότερες προσεγγίσεις αφορά την εκτίμηση της Αξίας σε Κίνδυνο (*Value At Risk*). Πρόκειται για ένα πιθανολογικό δείκτη που προσδιορίζει το χειρότερο σενάριο για μια προκαθορισμένη χρονική περίοδο και σε ένα συγκεκριμένο διάστημα εμπιστοσύνης. Χρησιμοποιώντας επιλεγμένα χρονολογικά δεδομένα και ποικίλα οικονομετρικά εργαλεία γίνεται εφικτή η εκτίμηση ενός και μόνο δείκτη, ο οποίος αντιπροσωπεύει την αξία του κινδύνου μέσα σε ένα χαρτοφυλάκιο ή ένα περιουσιακό στοιχείο ενώ ταυτόχρονα ταυτίζεται με το ρίσκο που θα αναλάβει ένας επενδυτής.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί η έννοια της Αξίας σε Κίνδυνο, θα αναφερθούν όλα τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της διαδικασίας, καθώς και οι εναλλακτικές επιλογές μεθόδων για την εύρεση του αποτελέσματος της. Παράλληλα, θα επισημανθούν οι σημαντικότερες ποικίλες έννοιες που βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση και περιγραφή της μεθόδου Value at Risk (VaR) όπως οι χρονοσειρές (*Time Series Data*), ο λευκός θόρυβος (*White Noise*), ο τυχαίος περίπατος (*Random Walk*). Τέλος, θα αναλυθούν σταδιακά όλα τα εμπλεκόμενα οικονομετρικά υποδείγματα που συνδυαστικά φτάνουν στο προσεγγιστικά βέλτιστο αποτέλεσμα της μέτρησης κινδύνου.

3.2 Η Ανάλυση Κινδύνου με τη Μέθοδο Αξίας σε Κίνδυνο

Αν και το πρώτο επίσημο κείμενο εκτίμησης κινδύνου δημοσιεύθηκε τον Οκτώβριο του 1975 υπό την ηγεσία του Norm Rasmussen στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης με τίτλο *WASH-1400, "Reactor Safety Study"*,¹⁶ οι πρώτες εικασίες του κινδύνου ως μια αρνητική πιθανότητα ξεκίνησαν από αρχαιοτάτων χρόνων.

Κατά το πέρασμα των ετών, πολλοί διανοούμενοι προσπάθησαν να ερμηνεύσουν με λαϊκό τρόπο την έννοια της πιθανότητας. Ο Αριστοτέλης κατά την διάρκεια 384 - 322 π.Χ. διέκρινε την λέξη «γνώση», όπου προέρχεται από την επιστήμη, έναντι της λέξης «γνώμη ή δόξα» όπου επιτρέπει περιθώρια λάθους (Στρατής Κουνιάς και Χρόνης Μουσιάδης, 1995). Συγκεκριμένα, είπε «*Διαφέρει δε η επιστήμη από τη δόξα, ότι η μεν επιστήμη είναι μια αντίληψη που δεν δύναται να μεταβληθεί και παραμένει διαρκώς η ίδια, ενώ η δόξα είναι μια αντίληψη που ενδέχεται να έχει κι αλλιώς*».

Για πολλά χρόνια η πιθανότητα ενός ευνοϊκού ή μη γεγονότος ονομαζόταν τύχη. Το 1225-1274 μ.Χ., ο Thomas Aquinas, ένας Ιταλός ιερέας της ρωμαιοκαθολικής εκκλησίας, φιλόσοφος και θεολόγος θεώρησε ότι ορισμένα γεγονότα ονομάζονται τυχαία διότι δεν γίνεται να συλλεχθούν όλα τα εμπλεκόμενα δεδομένα για να ερμηνευτεί μια κατάσταση. Ο Bento de Spinoza, ένας Ολλανδός φιλόσοφος εβραϊκής καταγωγής, υποστήριξε πως η άγνοια της πραγματικότητας οδηγεί την απόδοση ορισμένων γεγονότων στην τύχη (Stanford University, 2001).

Το 16^ο αιώνα, χάρη στο ενδιαφέρον του ανθρώπου για τα τυχερά παιχνίδια ξεκίνησε η μαθηματική τεκμηρίωση της Θεωρίας Πιθανοτήτων (*Probability Theory*). Κατά την διάρκεια της Αναγέννησης, ο Girolamo Cardano, ένας Ιταλός πολυμαθής λόγιος με ιδιαίτερες γνώσεις στις θετικές επιστήμες αλλά και λάτρης των τυχερών παιχνιδιών, επιχείρησε ορισμένους υπολογισμούς πιθανοτήτων στη ρίψη ζαριών. Το 17^ο αιώνα, δύο εξέχοντες Γάλλοι μαθηματικοί ο Blaise Pascal και ο Pierre de Fermat συνεργάστηκαν μετά από ένα στοίχημα του Chevalier de Mere, ενός Γάλλου ευγενή, με τον τότε φημισμένο μαθηματικό Blaise Pascal. Ως αποτέλεσμα της συνεργασίας αυτής ήρθε η ανακάλυψη της Θεωρίας των Πιθανοτήτων όπου μέχρι σήμερα αποτελεί τον μαθηματικό πυρήνα της έννοιας του κινδύνου.

¹⁶ Reactor Safety Study – An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants, October 1975 (<https://www.nrc.gov/docs/ML0706/ML070610293.pdf>)

Η Θεωρία Πιθανοτήτων στην συνέχεια εξελίχθηκε από τους Huygens, De Moivre, Bernoulli, Laplace, Gauss και Bayes με την εισαγωγή των εννοιών δειγματοληψία, μέσος όρος, κανονική κατανομή, τυπική απόκλιση, σφάλματα, μέθοδος ελάχιστων τετράγωνων και κατανομή σφαλμάτων. Η Θεωρία Πιθανοτήτων και οι ανακαλύψεις που ακολούθησαν άλλαξαν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται αντιληπτή η αβεβαιότητα, ο κίνδυνος, η λήψη αποφάσεων και η ικανότητα ενός ατόμου και της κοινωνίας να επηρεάζει την πορεία των μελλοντικών γεγονότων.

Μια από τις σημαντικότερες προσεγγίσεις ποσοτικοποίησης κινδύνου και λήψης αποφάσεων σχετικά με την ανάληψη ρίσκου για δεδομένη απόδοση επένδυσης, θεωρείται η Αξία σε Κίνδυνο (*Value at Risk*), γνωστή και ως μέθοδος *VaR* από την αγγλική ορολογία. Η συγκεκριμένη προσέγγιση σχεδιάστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1980, εντός της αμερικανικής πολυεθνικής επενδυτικής εταιρείας J.P. Morgan από τον τότε επικεφαλή της παγκόσμιας έρευνας, Till Guldemann (Sironi, 2007). Ο βασικότερος λόγος ανάπτυξης της μεθόδου *VaR*, ήταν η προσπάθεια οπτικής διάκρισης μέσω υψηλών τιμών *VaR*, των μαύρων κύκνων (*Black Swans*), δηλαδή των αδικαιολόγητα ακραίων γεγονότων στην χρηματοοικονομική αγορά.

Σύμφωνα με τον Παναγιώτη Αγγελόπουλο στο βιβλίο του με τίτλο «*Τράπεζες και Χρηματοπιστωτικό Σύστημα*», η Αξία σε Κίνδυνο (*VaR*) ορίζεται ως «*Η μέγιστη αναμενόμενη απώλεια ενός χαρτοφυλακίου για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο (συνήθως μια έως 2 εβδομάδες) και εντός συγκεκριμένου διαστήματος στατιστικής εμπιστοσύνης (συνήθως 95% ή 99%) κάτω από κανονικές συνθήκες αγοράς*». Με τον όρο κανονικές συνθήκες αγοράς, νοούνται τα χρονικά διαστήματα που δεν παρατηρούνται ακραία φαινόμενα με έντονες αλλαγές πέρα των αναμενόμενων (π.χ. Πανδημία Covid-19, πόλεμος Ουκρανίας). Στην απλή μορφή της, η μέθοδος Value at Risk προσπαθεί να απαντήσει στο ερώτημα «*Ποιο μπορεί να είναι το χειρότερο σενάριο;*» χρησιμοποιώντας τυπικές στατιστικές τεχνικές για την αξιολόγηση του κινδύνου.

Εν ολίγοις, το *VaR* είναι ένα πιθανολογικό μέτρο και παίρνει διαφορετικές τιμές σε διαφορετικά επίπεδα εμπιστοσύνης. Στη μαθηματική του διατύπωση θεωρείται ως η πιθανότητα (P) να ξεπεράσουν οι απώλειες (*Loss*) τη εκτιμώμενη τιμή που θα λάβει το *VaR* είναι ίση με $1 - \alpha$ (1% ή 5%) ανάλογα με το προκαθορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης α (95% ή 99%). Επομένως, ισχύει:

$$P(L > VaR) = 1 - \alpha$$

Για μια δεδομένη χρονική περίοδο (T) και μια προκαθορισμένη πιθανότητα (α), η μέτρηση Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) υποδηλώνει ένα χρηματικό ποσό έτσι ώστε να υπάρχει πιθανότητα α (95% ή 99%), το χαρτοφυλάκιο να μην χάσει περισσότερο από αυτό το ποσό χρημάτων κατά τη διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου. Με άλλα λόγια, το αποτέλεσμα της μεθόδου αφορά ένα μοναδικό αριθμό, ο οποίος θα προσδιορίσει την μέγιστη ζημιά είτε σε χρηματικούς είτε σε πιθανολογικούς ορούς για το χειρότερο σενάρια εξέλιξης. Οι επικρατέστεροι λόγοι προσπάθειας εκτιμήσεις της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) είναι οι εξής:

1. Σύγκριση διαφορετικών επενδυτικών επίλογων,
2. Σύγκριση απόδοσης επενδύσεων του χρησιμοποιούμενου κεφαλαίου,
3. Ορθή τιμολόγηση μεμονωμένων συναλλαγών με βάση τον υψηλό βαθμό κινδύνου τους.

Η μέθοδος του Value at Risk, χρησιμοποιείται από χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, ρυθμιστικές αρχές, μη χρηματοπιστωτικές εταιρείες και γενικότερα επενδυτών των περιουσιακών στοιχείων των οποίων εκτίθενται σε χρηματοοικονομικό κίνδυνο. Σκοπός είναι η αξιολόγηση της μελλοντικής κερδοφορίας καθώς και η ανάπτυξη στοχευμένων στρατηγικών αντιστάθμισης κινδύνου μέσω διαφοροποίησης επενδύσεων και άλλων τεχνικών. Γενικά, η συγκεκριμένη ανάλυση ενισχύει την πιθανότητα επιτυχής επένδυσης με ανάληψη μικρότερου ρίσκου σε κάθε επενδύσιμη κίνηση ή ακόμα και καλύτερη αξιολόγηση του επενδύσιμου κεφαλαίου.

3.2.1 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Μεθόδου VaR

Η μέθοδος του Value at Risk θεωρείται η πιο πολυχρησιμοποιούμενη μέθοδος για την προσέγγιση του κινδύνου σε ένα χαρτοφυλάκιο λόγω πολλών πλεονεκτημάτων που διαθέτει. Αν και χαρακτηρίζεται από αρκετά μειονεκτήματα φαίνεται πως στη χρήση την προτιμούν οι περισσότεροι χάρη στη υψηλότερη βαρύτητα των πλεονεκτημάτων της. Οι σημαντικότεροι λόγοι επιλογής της συγκεκριμένης διαδικασίας αναλύονται παρακάτω:

I. Μοναδικός Αριθμός

Το σπουδαιότερο επίτευγμα της μεθόδου VaR αφορά την προσέγγιση ενός συνόλου πιθανών αρνητικών σεναρίων που προκύπτουν από μια επένδυση ή ένα

χρηματοφυλάκιο σε ένα και μοναδικό αριθμό. Η συγκεκριμένη συνεισφορά απλοποιεί ιδιαίτερα την έννοια του κινδύνου καθώς και τις αναμενόμενες επιπτώσεις συμβάλλοντας στην εύκολη κατανόηση και γρήγορη χρήση της μεθόδου.

II. Εύκολη Σύγκριση

Το ποσοτικό αποτέλεσμα που επιφέρει η *VaR* δίνει την ευκολία στους επενδυτές να συγκρίνουν άμεσα το ρίσκο δύο διαφορετικών χαρτοφυλακίων.

III. Εργαλείο Stress Testing

Ως γνωστόν, η *VaR* μπορεί εύκολα να προβλέψει την μέγιστη δυνατή χρηματική ζημιά ενός χαρτοφυλακίου, δυσκολεύεται όμως στον ακριβή προσδιορισμό των ακραίων αλλαγών. Έχοντας γνώση του συγκεκριμένου μειονεκτήματος της μεθόδου, έχει διαμορφωθεί ένα εργαλείο ονομαζόμενο Stress Testing, όπου επιδιώκει να καλύψει αποτελεσματικά ακριβώς αυτό το σημείο της μεθόδου λειτουργώντας συμπληρωματικά για εκείνη.

IV. Μεταβλητότητα

Σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου *VaR* αποτελεί το γεγονός της προσαρμογής του δείκτη στις αυξομειώσεις της αγοράς. Με αυτό το τρόπο, για περιόδους αυξημένης μεταβλητότητας, ο δείκτης επηρεάζεται αντικατοπτρίζοντας την παράλληλη αύξηση του κινδύνου που διατρέχει ένα χρηματοφυλάκιο.

Ταυτόχρονα, όμως, έχουν παρατηρηθεί ορισμένες αστοχίες της μεθόδου Value at Risk, οι οποίες προκαλούν αυξημένο ρίσκο για την άριστη προσέγγιση ενός ρεαλιστικού αποτελέσματος που αφορά ζημιά μιας επένδυσης. Αναλυτικότερα, περιγράφονται οι εξής έξι αστοχίες της μεθόδου:

I. Υπολογισμός

Προκειμένου να υπολογιστεί ο κίνδυνος με την μέθοδο *VaR*, απαιτείται η συγκέντρωση ποιοτικών δεδομένων αλλά και ο προσεκτικός σχεδιασμός των διαδικασιών προσέγγισης. Ο υπολογισμός της *VaR* γίνεται μέσω σύνθετων διαδικασιών προσομοίωσης, συμπληρωματικών εργαλείων Stress Testing αλλά και μοντελοποίησης των αβέβαιων παραμέτρων του εξωτερικού περιβάλλοντος. Εν ολίγοις, ο υπολογισμός του *VaR* καθίσταται αρκετά εύθραυστος και με σχετική ευαισθησία στα λάθη.

II. Περιθώρια Λάθους

Όπως προαναφέρθηκε, η προσέγγιση του *VaR*, διαμορφώνεται μέσα από αρκετές διαδικασίες και δεδομένα. Αν και το περιθώριο λανθασμένης εκτίμησης προερχόμενο από διάφορες, μη διακριτές πηγές συνυπολογίζεται στο μοντέλο, επιτρέπει όμως ένα ποσοστό λάθους ίσο με 5% ή 1% δεδομένου του διαστήματος εμπιστοσύνης που επιλέχθηκε. Επομένως, αποτυγχάνει να δώσει μια ιδέα για το μέγεθος της απώλειας που σχετίζεται με τα ακραία σημεία δεδομένων ή την ουρά της κατανομής πιθανοτήτων.

III. Διαφορετικό Αποτέλεσμα

Ο υπολογισμός του *VaR* μπορεί να γίνει με τρεις εναλλακτικούς τρόπους, οι οποίοι θα αναλυθούν στη συνέχεια. Κάθε μια από αυτές τις μεθόδους εκτιμάται μέσω διαφορετικών διαδικασιών και προσεγγίσεων, ενώ ξεχωριστά η κάθε μια οδηγεί σε διαφορετικό ποσοτικό αποτέλεσμα. Το γεγονός αυτό δυσκολεύει το αίσθημα βεβαιότητας του αποτελέσματος, καθώς αφήνεται στην κρίση του επενδυτή να επιλέξει την καταλληλότερη μέθοδο για εκείνον.

IV. Ανάλυση με Βάση το Παρελθόν

Έντονη κριτική έχει ασκηθεί για την προσπάθεια προσέγγισης του μελλοντικού κινδύνου που σχετίζεται με ένα χαρτοφυλάκιο με χρήση δεδομένων που αφορούν το παρελθόν του. Έχει αποδειχθεί πως αν και υπό κανονικές συνθήκες είναι εφικτό να γίνει πρόβλεψη της μελλοντικής συμπεριφοράς ενός χαρτοφυλακίου, δεν εγγυάται όμως η αδυναμία επικράτησης μη κανονικών συνθηκών.

V. Συσχέτιση Χαρτοφυλακίων

Δεν είναι σπάνιο το γεγονός συσχέτισης περιουσιακών στοιχείων μέσα σε ένα χαρτοφυλάκιο. Ο υπολογισμός μεγάλων χαρτοφυλακίων με πιθανά σχετιζόμενα περιουσιακά στοιχεία καθίσταται αρκετά δύσκολος, καθώς δεν είναι εφικτό να υπολογιστεί το *VaR* για κάθε ένα στοιχείο του χαρτοφυλακίου ξεχωριστά. Με άλλα λόγια, το *VaR* ενός χαρτοφυλακίου δεν μπορεί να εκτιμηθεί με πρόσθεση όλων των μεμονωμένων περιουσιακών στοιχείων δεδομένης της πιθανής συσχέτισης διότι μπορεί να οδηγήσει σε διπλή καταμέτρηση.

VI. Υπέρβαση VaR

Δεδομένου ότι πολλές φορές παρουσιάζονται ζημίες στο Stress Testing υψηλότερες από τα προκαθορισμένα επίπεδα *VaR* (πράγμα που επιβεβαιώνει την πιθανή απόκλιση της μεθόδου), η μέθοδος αναγκαστικά συμπληρώνεται από την *CVaR* (*Conditional Value at Risk*). Σκοπός του εργαλείου *CVaR* είναι να προσδιορίσει την μέση τιμή των ζημιών που υπερβαίνουν την *VaR*. Σε περίπτωση που δεν αποκλίνει έντονα από το μέγεθος της *VaR*, τότε συμπεραίνεται ότι ακόμα και σε ακραίο αρνητικό σενάριο, οι ζημίες δεν θα υπερβούν κατά πολύ το ανώτερο όριο της *VaR*.

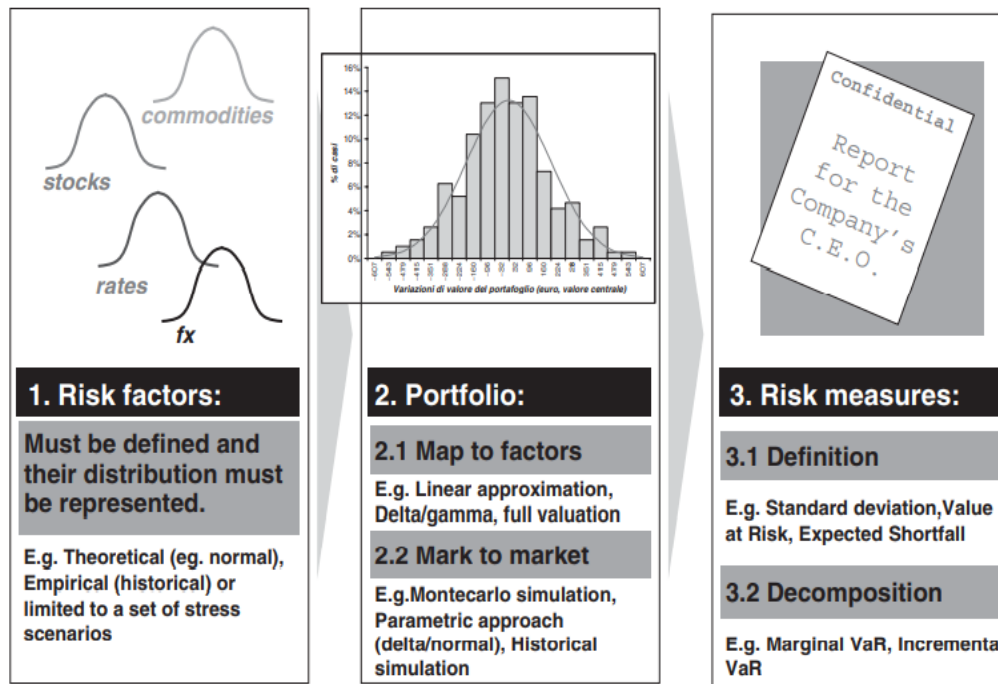
Όπως κανείς μπορεί να διαπιστώσει, η μέθοδος αξίας σε κίνδυνο δεν είναι αλάνθαστη διότι διαθέτει αρκετά μειονεκτήματα που δεν της επιτρέπουν να καθορίσει με ακρίβεια και συνέπεια το αποτέλεσμα του κινδύνου. Πάραυτα, θεωρείται αρκετά ικανή να προσεγγίσει ένα ποσοτικό αποτέλεσμα κινδύνου μέσω μόνο ενός αριθμού με σκοπό την καλύτερη, γρήγορη και εύκολα κατανοητή λήψη αποφάσεων αποδεικνύοντας πως τα πλεονεκτήματα της μεθόδου υπερέχουν.

3.2.2 Εναλλακτικές Μέθοδοι Εκτίμησης VaR

Η εκτίμηση του κινδύνου μέσω της μεθόδου *VaR* είναι εφικτό να προσδιοριστεί με τρία διαφορετικά μοντέλα, ώστε να διαμορφωθεί μια ποσοτική εικόνα της ανάληψης κινδύνου και των αναμενόμενων απωλειών ενός χαρτοφυλακίου. Σύμφωνα με τους Andrea Resti και Andrea Sironi στο βιβλίο τους “*Risk Management and Shareholders’ Value in Banking*” (2007), τα εν λόγω μοντέλα, όπου διακρίνονται στο Διάγραμμα 3.1, αποτελούν μια οικογένεια στατιστικών τεχνικών με σκοπό την επίτευξη τριών επίπεδων ανάλυσης:

- **1^ο Επίπεδο:** Καθορισμός παραγόντων επιδείνωσης κινδύνου στην αξία ενός χαρτοφυλακίου (πχ. συναλλαγματικές ισοτιμίες, επιτόκια, τιμές εμπορευμάτων, τιμές μετοχών).
- **2^ο Επίπεδο:** Κατασκευή κατανομής των πιθανών μελλοντικών απωλειών της τρέχουσας αξίας του χαρτοφυλακίου που σχετίζονται με κάθε ένα από τις τιμές που πιθανόν να λάβουν οι παράγοντες κινδύνου. Σε αυτό το επίπεδο, απαιτείται ανάλυση συσχέτισης των περιουσιακών στοιχείων εντός του χαρτοφυλακίου.
- **3^ο Επίπεδο:** Προσδιορισμός κινδύνου σε ένα μέτρο (πχ. *VaR*) ώστε να αντικατοπτρίζονται σε αυτό όλες οι πιθανές απώλειες της κατανομής που

αναλύθηκε. Με αυτό το τρόπο, θα επιτευχθεί η εύκολη κατανόηση και διαχείριση των επενδυτικών κεφαλαίων από την διοίκηση.



Πηγή: Risk Management and Shareholders' Value in Banking by Andrea Resti και Andrea Sironi, 2007

Εικόνα 3.1

Τα τρία αντικείμενα της σύγχρονης ποσοτικοποίησης του κίνδυνου

Τα δύο μοντέλα εκτίμησης κατατάσσονται στη κατηγορία ανάλυσης που ονομάζεται Τεχνικές Προσομοίωσης (*Simulation Techniques*) και διαφέρουν σε βασικές συνιστώσες με το τρίτο μοντέλο υπολογισμού του *VaR* που σχετίζεται με τη διακύμανση και τη συνδιακύμανση. Αν και έχουν ως κοινό παρονομαστή την διαμόρφωση μιας κατανομής δεδομένων όπου μέσα από την διαχρονική συμπεριφορά συμπεραίνεται η αναμενομένη μελλοντική εξέλιξη ενός χρηματοφυλακίου, διαφέρουν σε τρία βασικά σημεία. Πρώτον, δεν γίνεται η παραδοχή της κανονική κατανομής, δεύτερον, δεν υπάρχει η ευαισθησία του γραμμικού μοντέλου και τέλος, το *VaR* δεν υπολογίζεται ως πολλαπλάσιο της τυπικής απόκλισης. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως κάθε μια από αυτές τις μεθόδους, εκτιμά διαφορετικό αποτέλεσμα, καθώς και χαρακτηρίζεται από τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

➤ Μέθοδος Ιστορικής Προσομοίωσης

Μία από τις τρεις μεθόδους για την εκτίμηση της Αξίας σε Κίνδυνο (*VaR*) ονομάστηκε ιστορική προσομοίωση (*Historical Simulation*). Σύμφωνα με τους Linsmeier και Pearson (1996), “*Η κατανομή των κερδών και των ζημιών κατασκευάζονται από το τρέχον χαρτοφυλάκιο, υποβάλλοντάς το στις πραγματικές αλλαγές των βασικών παραγόντων (μετοχές, επιτόκια, αριθμοδείκτες, συναλλαγματικές ισοτιμίες, κλπ.) που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια μιας καθορισμένης περιόδου t . Μόλις το υποθετικό κέρδος ή ζημία από την αγορά για καθεμία από τις περιόδους t έχουν υπολογιστεί, η κατανομή των κερδών και των ζημιών, καθώς και η αξία σε κίνδυνο (*VaR*) μπορούν στη συνέχεια να προσδιοριστούν για τις μελλοντικές εξελίξεις τους*” (Pearson, 1996). Ουσιαστικά, η εν λόγω μέθοδος δεν αποσκοπεί στην χρήση ιστορικών δεδομένων για προσδιορισμό της μεταβλητότητας των καταγραφόντων αποδόσεων αλλά στην πρόβλεψη των μελλοντικών αποδόσεων ενός χαρτοφυλακίου. Στην ιστορική μέθοδο γίνεται η παραδοχή πως οι παρελθοντικές εξελίξεις αποδόσεων ενός χαρτοφυλακίου είναι ικανές να προβλέψουν την μελλοντική συμπεριφορά των επόμενων αποδόσεων του ίδιου χαρτοφυλακίου. Είναι φανερό πως η μέθοδος κάνει λίγες υποθέσεις σχετικά με τη διαδικασία προσδιορισμού της τιμής αγοράς που δημιουργεί τις αποδόσεις του χαρτοφυλακίου παραβλέποντας πολλά από τα προβλήματα που είναι εγγενή στη ρητή μοντελοποίηση της εξέλιξης των τιμών της αγοράς. Συμπερασματικά, η ιστορική μέθοδος μέσα από την συγκέντρωση ποιοτικών δεδομένων ενός χαρτοφυλακίου, διαμορφώνει μια κατανομή χρονολογικής συμπεριφοράς αποδόσεων για ένα συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα και στην συνέχεια, με βάση τις ταξινομημένες αποδόσεις και του ποσοστημόριου του επιλεγμένου επιπέδου εμπιστοσύνης εντοπίζεται η προβλεπόμενη απόδοση και η Αξία σε Κίνδυνο (*VaR*).

➤ Προσομοίωση Monte Carlo

Η μέθοδος Monte Carlo (*Montecarlo Simulation*) παρουσιάστηκε το 1949 στο περιοδικό «*Journal of the American Statistical Association*» από τους Nicholas Metropolis και Stanislaw Ulam ενώ προσδιορίστηκε για προβληματισμούς τζόγου (Holton, 2013). Πρόκειται για μια μέθοδο προσέγγισης λύσεων σε περίπλοκα ποσοτικά προβλήματα με χρήση στατιστικής δειγματοληψίας. Η συμβολή του Ulam, όπου πρώτος συνέλαβε την ιδέα της μεθόδου Monte Carlo, δεν αφορούσε την έννοια της δειγματοληψίας καθώς είχε επινοηθεί και χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν από άλλους

επιστήμονες μέσα στα πλαίσια τυχερών παίγνιων. Πάραυτα, ενίσχυσε την ποσοτική προσέγγιση σε μεγαλύτερο πλήθος τυχαίου δείγματος με βοήθεια πρωτοεμφανιζόμενων υπολογιστών. Η προσομοίωση Monte Carlo είναι πανομοιότυπη της ιστορικής μεθόδου όσον αναφορά την τεχνική πρόβλεψης μελλοντικών τιμών. Η διαφορά της είναι πως αντί για εκμετάλλευση ιστορικών δεδομένων διαμορφώνει ένα τυχαίο δείγμα υποτιθέμενων αριθμών για τον ορισμό των πιθανών αποδόσεων ενός χαρτοφυλακίου. Λαμβάνοντας υπόψη χιλιάδες τυχαία σενάρια εξέλιξης τιμών αποδόσεων εντός του χρονικού ορίζοντα, προσεγγίζει με στατιστικά εργαλεία το περιθώριο κέρδους ή ζημίας και κατ' επέκταση τον κίνδυνο που διατρέχει ένα χαρτοφυλάκιο. Συγκεκριμένα, κατασκευάζεται η κατανομή των πιθανών αποδόσεων ενός χαρτοφυλακίου ενώ παράλληλα, ο κίνδυνος που αφορά τις πιθανές απώλειες προκύπτει μέσα από την διαμόρφωση ενός τυχαίου ιστογράμματος.

➤ Προσέγγιση Διακύμανσης – Συνδιακύμανσης

Το τρίτο μοντέλο εκτίμησης Αξίας σε Κίνδυνο (*Value at Risk*) είναι η προσέγγιση Διακύμανσης-Συνδιακύμανσης γνωστή και ως Αναλυτική ή Παραμετρική μέθοδος (*Parametric Approach*). Είναι η πιο διαδεδομένη διότι θεωρείται εύκολη και κατανοητή στους περισσότερους ενώ ταυτόχρονα, αποτελεί την βάση της αρχικής προσέγγισης “Risk Metrics” που αναπτύχθηκε από την JP Morgan. Η συγκεκριμένη μέθοδος υποθέτει πως όλες οι πιθανές αλλαγές των παραγόντων της αγοράς (π.χ. αποδόσεων, αξιών χαρτοφυλακίου) ακολουθούν κανονική κατανομή και επομένως, είναι εύκολο να υπολογιστεί ο κίνδυνος με την χρήση δύο μόνο παραμέτρων, του μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης. Με αυτό το τρόπο διαμορφώνεται ένας πίνακας (*matrix*) όπου συγκεντρώνονται όλες οι πληροφορίες των μελλοντικών πιθανών αξιών καθώς και οι συσχετίσεις τους, με αποτέλεσμα οι πιθανές απώλειες να εξαρτώνται από την ευαισθησία των συντελεστών του πίνακα. Ο προσδιορισμός του *VaR* σχηματίζεται ως πολλαπλάσιο της τυπικής απόκλισης των μελλοντικών απωλειών. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως υπάρχει έντονη πιθανότητα λεπτόκυρτης κατανομής, δηλαδή συχνότερη εμφάνιση ακραίων τιμών από εκείνη που θα παρουσιάσει η κανονική κατανομή και αυτό οδηγεί σε υποεκτίμηση του κινδύνου. Ο προβληματισμός αυτός μπορεί να διευθετηθεί είτε με εναλλαγή χρήσης κατανομής από κανονική σε student που τείνει στη λεπτόκυρτη, είτε με τη χρήση στατιστικών υποδειγμάτων (πχ. *ARCH*, *GARCH*) όπου εκτιμούν πως οι διακυμάνσεις- συνδιακυμάνσεις των αποδόσεων δεν είναι σταθερές αλλά υπάρχει εξάρτηση με το χρόνο.

Η ανάλυση κινδύνου μέσω της μεθόδου Αξίας σε Κίνδυνο (*Value at Risk*) θεωρείται η πιο προσιτή καθώς σχετίζεται άμεσα με στατιστικά εργαλεία που είναι εύκολο να κατανοηθούν από τους περισσότερους. Η αλυσίδα επεξεργασίας των διαθέσιμων δεδομένων και των τεχνικών εργαλείων ενισχύουν τόσο τη προσπάθεια ανάλυσης μιας χρονοσειράς δεδομένων όσο και τη πρόβλεψη τιμών που θα λάβει στο μέλλον. Είναι επομένως φανερό, πως η ανάλυση κινδύνου αποτελεί ένα ολόκληρο ξεχωριστό τμήμα της έννοιας της επιχειρηματικής επένδυσης που στοχεύει στην μείωση του ρίσκου σε χρηματικούς όρους των επενδυόμενων κεφαλαίων.

3.3 Χρονοσειρές

Με τον όρο χρονοσειρά (*Time Series*) νοείται μια ακολουθία από διαδοχικά δεδομένα (x_1, x_2, \dots, x_n) που ισαπέχουν χρονικά (μέρα, μήνας, χρόνος) μεταξύ της δειγματοληψίας τους (*Sampling Time*). Πρόκειται για την σταθερή δυναμική εξέλιξη ενός συστήματος, που προκαλείται από μια (ή περισσότερες) μεταβλητές εξαρτημένες από τον χρόνο. Είναι πιθανό ο χρόνος δειγματοληψίας να μην είναι σταθερός και τότε χρειάζεται ειδικότερη επεξεργασία της χρονοσειράς για να γίνει η ανάλυση ή η πρόβλεψη.

Η επιμέρους παρατήρηση των χρονοσειρών αφορά είτε την ανάλυση τους με σκοπό την εύρεση σημαντικών στατιστικών στοιχείων και χαρακτηριστικά των μεταβλητών, είτε της εκτίμησης ενός μοντέλου του συστήματος της χρονοσειράς, όπου θα προβλέψει την διαμόρφωση μιας μελλοντικής χρονοσειράς του ίδιου μεγέθους (ή μεταβλητής). Στόχος της ανάλυσης είναι η εκτίμηση αυτού του συστήματος που παράγει την χρονοσειρά, από το οποίο θα οριστούν κάποια συμπεράσματα για τη μεταβλητή και τις προβλέψεις αυτής. Η μεθοδολογία ανάλυσης μιας χρονοσειράς μπορεί να χωριστεί σε δύο επίπεδα, τα οποία περιγράφονται στην συνέχεια.

➤ 1^ο Επίπεδο - Ανάλυση Στασιμότητας Κύματος

Στο πρώτο μέρος της ανάλυσης μιας χρονοσειράς εξετάζεται εάν η μεταβλητή που παρατηρείται είναι στάσιμη στον χρόνο ή χαρακτηρίζεται από εποχικότητα και τάσεις.

➤ 2^ο Επίπεδο - Ανάλυση Αυτοσυσχέτισης

Στην περίπτωση ασθενούς στασιμότητας, γίνεται έλεγχος για απόρριψη λευκού θορύβου, δηλαδή ανεξάρτητων τιμών. Εάν διαπιστωθεί πως η μεταβολή των τιμών

είναι εντελώς τυχαία και επομένως δεν υπάρχει καμία εξάρτηση των τρέχων τιμών με τις προηγούμενες, τότε η χρονοσειρά καλείται Αιτιοκρατική (*Deterministic*). Εναλλακτικά, το σύστημα χρονοσειράς θεωρείται Στοχαστικό (*Stochastic*) με αλληλεξαρτώμενες διαδοχικές μεταβολές τιμών. Τα δύο αναφερόμενα συστήματα μπορούν να χαρακτηριστούν από ύπαρξη ή έλλειψη γραμμικότητας. Η γραμμικότητα σημαίνει πως οι κρυφές και μη μεταβλητές του συστήματος αλληλοεπιδρούν γραμμικά μεταξύ τους και άρα, συνεπάγεται πως η εξέλιξη μια χρονοσειράς για μια μεταβλητή είναι αποτέλεσμα γραμμικού συνδυασμού των προηγούμενων παρατηρήσεων της.

3.3.1 Βασικές Έννοιες Χρονοσειρών

Προκειμένου να γίνει η πρέπουσα επεξεργασία μια χρονοσειράς δεδομένων, πρέπει να οριστούν οι βασικές έννοιες που την αφορούν τόσο σε επίπεδο χαρακτηρισμού στασιμότητας και αυτοσυσχέτισης όσο και σε επίπεδο προτύπων. Στην συνέχεια γίνεται περιγραφή των δύο σημαντικότερων εννοιών με βάση τις οποίες θα αναλυθεί μια χρονοσειρά αλλά και των δύο ακραίων προτύπων που αφορούν την έννοια της αυτοσυσχέτισης σε εκείνη.

Στασιμότητα

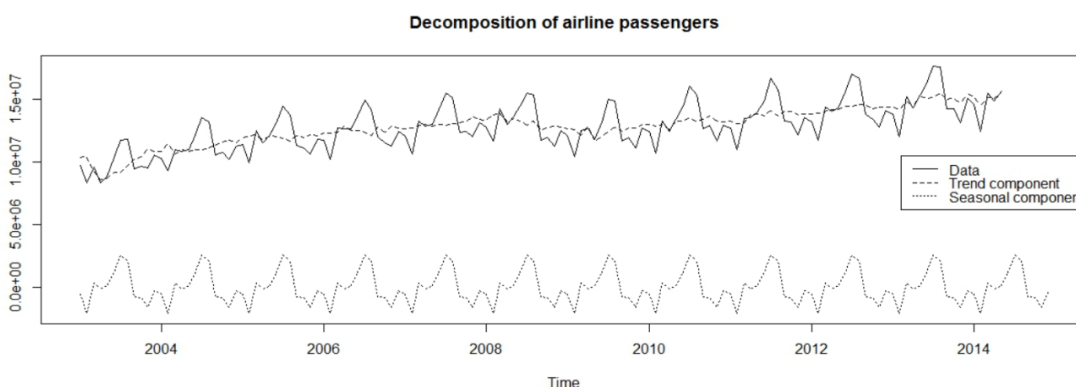
Για μια χρονοσειρά, στασιμότητα (*Stationarity*) θεωρείται η έλλειψη μεταβλητότητας στη μέση τιμή της κατανομής. Η μεταβολή μιας χρονοσειράς είναι δυνατό να προκληθεί από την εμφάνιση δύο συνιστωσών που επιφέρουν έντονες ταλαντώσεις στην κατανομή των παρατηρήσεων μετακινώντας τη θέση του μέσου όρου τους. Οι δύο αναφερόμενες συνιστώσες είναι οι εξής:

1. *Τάση (Trend)*: Μακροχρόνια αύξηση ή μείωση των παρατηρήσεων.
2. *Εποχικότητα (Seasonality)*: Περιοδική αύξηση ή μείωση των παρατηρήσεων όπου επαναλαμβάνεται με βάση τους μήνες.

Με την ύπαρξη αυτών των φαινομένων, η χρονοσειρά καλείται μη στάσιμη ενώ ταυτόχρονα, διαπιστώνεται η μεταβολή της μέσης τιμής του συνόλου των παρατηρήσεων και πιθανόν και της διακύμανσης τους.

Στο Διάγραμμα 3.1 διακρίνεται η διαφορά ανάμεσα στην τάση και την εποχικότητα για την περίπτωση δεσμευμένων αεροπορικών θέσεων. Στο πάνω μέρος του διαγράμματος, γίνεται εμφανές η αυξητική τάση των παρατηρήσεων με το πέρασμα των ετών, ενώ στο

κάτω μέρος παρατηρούνται οι αυξομειώσεις μέσα σε ένα χρονικό έτος κατά το πέρασμα των ετών.



Πηγή: Stack Exchange, 2018

Διάγραμμα 3.1

Τάση και Εποχικότητα σε Δεσμευμένες Αεροπορικές Θέσεις από το 2004-2014

Οι αποκαλούμενες ως στάσιμες χρονοσειρές είναι δυνατό να διαχωριστούν ανάμεσα σε δύο επιμέρους κατηγορίες, τις αυστηρά στάσιμες και τις ασθενής στάσιμες (Douglas C. Montgomery, 2015). Στην πρώτη περίπτωση, οι χρονοσειρές διατηρούνται κατά το πέρασμα των ετών με απόλυτα ανεπηρέαστες ιδιότητες και σταθερό μέσο όρο. Αντίθετα, στις ασθενής στάσιμες κυριαρχεί η σταθερή μέση τιμή και η διακύμανση, ενώ παράλληλα η συνδιακύμανση δύο μεταβλητών εξαρτάται μόνο από τον χρόνο t . Στις περισσότερες περιπτώσεις η ανάλυση εμπεριέχει ασθενές χρονοσειρά όπου ισχύουν τα εξής:

$$E[x_t] = \mu \forall t$$

$$Var(x_t) = E[x_t - \mu]^2 = \sigma^2 = \gamma_0 \forall t$$

$$Cov(x_t, x_{t+k}) = E[(x_t - \mu)(x_{t+k} - \mu)] = \gamma_k, \text{ με } k \text{ ακέραιο αριθμό}$$

Πιο αναλυτικά, μια ασθενής στάσιμη χρονοσειρά χαρακτηρίζεται από σταθερό μέσο όρο και σταθερή διακύμανση των παρατηρήσεων σε κάθε χρονική στιγμή ίση με μ και σ^2 , αντίστοιχα. Για κατανομή δεδομένων στις χρονικές στιγμές $t_{1+k}, t_{2+k}, \dots, t_{N+k}$ όπου N το σύνολο του πληθυσμού και k μια τυχαία μετατόπιση του χρόνου, υπάρχει εξάρτηση των διαδοχικών παρατηρήσεων εξαρτημένη από το χρόνο. Το αποτέλεσμα

αυτής της εξάρτησης ίσο με γ_k , αποκαλείται αυτοσυνδιακύμανση των δύο παρατηρήσεων του πληθυσμού.

Το κυριότερο πλεονέκτημα μιας στάσιμης χρονοσειράς αποτελεί το γεγονός πως οι ιδιότητες της είναι καλά καθορισμένες και μπορούν εύκολα να αναλυθούν. Δεδομένου αυτού, οι παρατηρούμενες μη στάσιμες χρονοσειρές πρέπει να σταθεροποιηθούν μέσω μαθηματικών εργαλείων προκειμένου να γίνει εύκολη η διαδικασία ανάλυσης και κατανόησης τους.

Αυτοσυσχέτιση και Μερική Αυτοσυσχέτιση

Στις χρονοσειρές, αυτοσυσχέτιση (*Autocorrelation*) ονομάζεται ο συντελεστής συσχέτισης μιας μεταβλητής x_t και της x_{t-k} όπου αναπτύσσεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\rho_k = \text{Corr}(x_t, x_{t-k}) = \frac{\text{Cov}(x_t, x_{t-k})}{\sqrt{\text{var}(x_t)} \cdot \sqrt{\text{var}[x_{t-k}]}} = \frac{\gamma_k}{\sigma\sigma} = \frac{\gamma_k}{\sigma^2} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$$

Η γραφική απεικόνιση του διαγράμματος της παραπάνω σχέσης ονομάζεται διάγραμμα αυτοσυσχέτισης (*Correlogram*).

Η μερική αυτοσυσχέτιση (*Partial Autocorrelation*) από την άλλη, αναφέρεται στην αποκλειστική συσχέτιση των δύο παρατηρήσεων x_t και x_{t-k} χωρίς της επίδραση των ενδιάμεσων τιμών. Με άλλα λόγια, αφαιρείται κάθε γραμμική επίδραση από κάθε ενδιάμεση τιμή $x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_{t-k+1}$ όπου $i = 1, 2, 3, \dots, k$. Με δεδομένο συντελεστή αυτοσυσχέτισης τάξεως k , διαμορφώνεται η εξής γραμμική σχέση ανάμεσα στο x_t και το x_{t-k} :

$$x_t = \rho_{1k} \cdot x_{t-1} + \rho_{2k} \cdot x_{t-2} + \dots + \rho_{kk} \cdot x_{t-k} + \varepsilon_t$$

Παρατηρείται πως το ρ_{kk} είναι ο μερικός συντελεστής παλινδρόμησης της μεταβλητής x_{t-k} και επομένως, ορίζεται ως η μερική αυτοσυσχέτιση και αποκλειστική σχέση των x_t και x_{t-k} .

Η πληροφορία που παρέχεται από το διάγραμμα αυτοσυσχετίσεων αφορά την έννοια της στασιμότητας των χρονοσειρών. Σύμφωνα με αυτό, στην περίπτωση γρήγορης φθίνουσας εξέλιξης των παρατηρήσεων βγαίνει το συμπέρασμα μιας πιθανής στάσιμης χρονοσειράς. Εναλλακτικά, θεωρείται μη στάσιμη χρονοσειρά.

Λευκός Θόρυβος

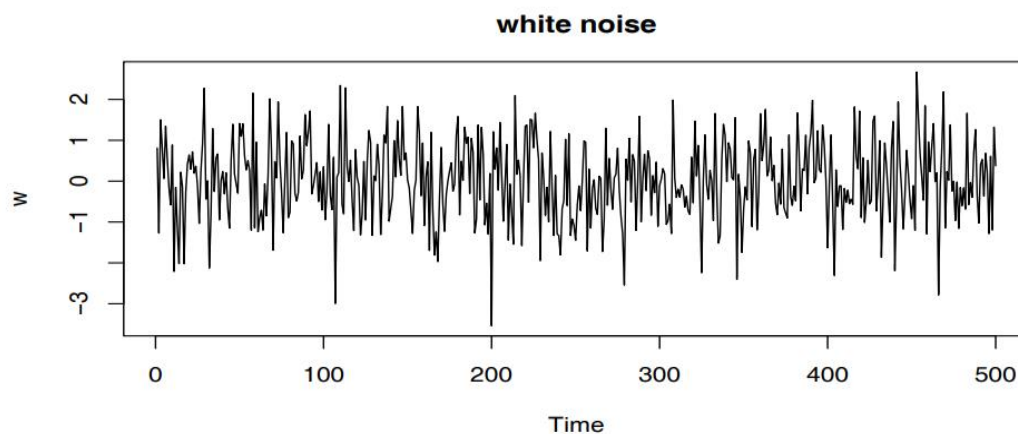
Η διαδικασία του λευκού θορύβου (*White Noise*) περιγράφει μια συνθήκη απόλυτης στασιμότητας σε μια χρονοσειρά. Πρόκειται για μια αιτιοκρατική περίπτωση όπου οι παρατηρήσεις αποτελούν τυχαίες μεταβλητές και πλήρως ανεξάρτητες μεταξύ τους. Δεδομένου αυτού, οι μεταβλητές $x_t, x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_{t-k}$ ακολουθούν κοινή κατανομή με δεδομένη, σταθερή διασπορά και μηδενική αναμενόμενη τιμή. Αξίζει να σημειωθεί, πως σε περίπτωση που τα στοιχεία της χρονοσειράς λευκού θορύβου ακολουθούν κανονική κατανομή ($\sigma^2 = 1, \mu = 0$), τότε η χρονοσειρά ονομάζεται Γκαουσιανός Λευκός Θόρυβος (*Gaussian White Noise*) (Tsay, 2005). Επομένως, η χρονοσειρά θα πρέπει να βρίσκεται υπό τις εξής συνθήκες:

$$E[\varepsilon_t] = 0, \forall t$$

$$Var(\varepsilon_t) = \sigma^2, \forall t$$

$$Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-k}) = 0, \forall k \geq 1$$

Μια οπτική ένδειξη ύπαρξης λευκού θορύβου παίρνει τη μορφή που φαίνεται στο Διάγραμμα 3.2.



Πηγή: Time Series Analysis and Its Applications by Robert H. Shumway and David S. Stoffer, 2011

Διάγραμμα 3.2

Παράδειγμα Λευκού Θορύβου

Χάρη στα ιδιαίτερα και ευανάγνωστα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης διαδικασίας, ο λευκός θόρυβος καθίσταται σημαντικό εργαλείο σε πολλές οικονομετρικές αναλύσεις κυρίως σε θέματα που αφορούν τα σφάλματα των παλινδρομικών μοντέλων.

Τυχαίος Περίπατος

Συχνά, οι τιμές των κεφαλαιακών στοιχείων, όπως είναι οι τιμές των μετοχών ή οι συναλλαγματικές ισοτιμίες, διαμορφώνουν μη στάσιμες χρονοσειρές. Το χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτό του τυχαίου περιπάτου (*Random Walk*), όπου βρίσκεται στην ακριβώς αντίθετη περίπτωση από το λευκό θόρυβο. Πρόκειται για μια μη στάσιμη χρονοσειρά, όπου κάθε παρατήρηση της προκύπτει από την προηγούμενη με την πρόσθεση μιας τυχαίας τιμής. Διακρίνονται δύο τύποι τυχαίων περιπάτων, εκείνος χωρίς παραπλάνηση και εκείνος με παραπλάνηση. Με τον όρο παραπλάνηση νοείται η ύπαρξη σταθεράς στην εξίσωση (Damodar Gujarati, 2017). Επομένως, για κάθε παρατήρηση στη πρώτη κατηγορία ισχύει:

$$x_t = x_{t-1} + \varepsilon_t$$

Η παρατήρηση x_t διαμορφώνεται μέσω της προηγούμενης x_{t-1} με την πρόσθεση μια απόλυτα τυχαίας και ανεξάρτητης μεταβλητής, ε_t . Επομένως, όπου ε_t πρόκειται για μια χρονοσειρά λευκού θορύβου. Παράλληλα, στη περίπτωση που υπάρξει παραπλάνηση (δηλαδή σταθερά δ), τότε ο ορισμός της χρονοσειράς τυχαίου περιπάτου θα μπορούσε να διαμορφωθεί ως εξής:

$$x_t = \delta + x_{t-1} + \varepsilon_t$$

ή

$$x_t = \delta + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i$$

Η χρονοσειρά υποδηλώνει μια γραμμική ευθεία στο \mathbb{R} , που κάθε χρονική στιγμή κάνει ένα τυχαίο βήμα μπροστά ή πίσω ίσο με ε_t , από το σημείο από όπου βρίσκεται x_{t-1} στο επόμενο x_t . Επεξηγηματικά, κάθε παρατήρηση στη χρονική στιγμή μηδέν ($t = 0$), αποτελείται από μια αρχική τιμή δ συν το άθροισμα όλων των τυχαίων βημάτων έως την στιγμή t .



Πηγή: European Central Bank, 2023

Διάγραμμα 3.3

Χρονική εξέλιξη δείκτη συναλλάγματος ανάμεσα στο ευρώ και στο δολάριο (Παράδειγμα τυχαίου περιπάτου χωρίς παραπλάνηση)

Για παράδειγμα, στο Διάγραμμα 3.3 φαίνεται η εξέλιξη του δείκτη συναλλάγματος ανάμεσα στο δολάριο και το ευρώ. Λόγω της φύσης του τυχαίου περιπάτου, με τυχαία εξέλιξη κάθε χρονική στιγμή, διαμορφώνεται ένα ιστορικό διάγραμμα θορύβου (*noise*). Με την έννοια θόρυβος νοείται ένα στοχαστικό υπόδειγμα με εμφάνιση τάσεων ή εποχικότητας. Δεδομένου αυτού, μια χρονοσειρά τυχαίου περιπάτου χαρακτηρίζεται από έλλειψη στασιμότητας.

Κάθε χρονοσειρά θεωρείται μια διαδοχική σειρά από χρονικά δεδομένα (*time series data*) που ισαπέχουν μεταξύ τους. Είναι δυνατόν κάθε μια να ταξινομηθεί σε δύο κατηγορίες ανάλυσης του θορύβου της. Στη πρώτη εντάσσονται τα στοχαστικά υποδείγματα, δηλαδή εκείνα με θόρυβο (*noise*) ενώ στη δεύτερη τα αιτιοκρατικά που διαθέτουν τα χαρακτηριστικά του λευκού θορύβου (*white noise*). Προκειμένου να επιτευχθεί ένα συμπέρασμα και να επαλειφθεί ποια από τις δύο παραπάνω περιπτώσεις ισχύει σε κάθε εξεταζόμενη χρονοσειρά, πρέπει να γίνει ανάλυση του κύματος τόσο σε επίπεδο στασιμότητας όσο και σε επίπεδο αυτοσυσχέτισης δεδομένων.

3.4 Αυτοπαλίνδρομα Υποδείγματα – Υποδείγματα Κινητού Μέσου Όρου – Μεικτά Υποδείγματα

Είναι σημαντικό να κατανοηθεί καλά το περιεχόμενο των βασικών απαιτούμενων υποδειγμάτων προκειμένου να ολοκληρωθεί η ανάλυση κίνδυνου (*Risk Analysis*) και να εκτιμηθεί αριθμητικά η Αξία σε Κίνδυνο (*Value at Risk*). Στην συνέχεια, θα οριστούν λεπτομερώς οι έννοιες των εν λόγω υποδειγμάτων, καθώς και τα διαδοχικά βήματα ανάλυσης και πρόβλεψης χρονοσειρών μέσω εκείνων.

3.4.1 Αυτοπαλίνδρομα Υποδείγματα

Ως αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα (*Autoregression Model- AR*) καλούνται εκείνα τα γραμμικά μοντέλα ανάλυσης χρονοσειρών που βασίζονται στην ιδέα πως η εξαρτημένη μεταβλητή μιας χρονοσειράς την χρονική στιγμή t (x_t), μπορεί να προσδιοριστεί γραμμικά από την πρόσθεση του συνόλου των τιμών που έλαβε η ίδια στο παρελθόν (x_{t-k}), συν τις ανεξάρτητες παρελθοντικές μεταβλητές που πιθανόν να παρέμβηκαν, ονομαζόμενα ως τυχαία σφάλματα (ε_t). Με άλλα λόγια, τα αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα αναλύουν χρονοσειρές που χαρακτηρίζονται από στασιμότητα και μπορούν να εξηγηθούν γραμμικά.

Εάν γίνει η υπόθεση πως η τιμή που έλαβε μια χρονοσειρά σε μια δεδομένη χρονική στιγμή (t) είναι συνδυασμός συγκεκριμένου αριθμού (p) παρελθοντικών τιμών της ίδιας της χρονοσειράς, τότε διακρίνεται ανοιχτά η προοπτική πετυχημένης πρόβλεψης της εξέλιξης της και στο μέλλον (R. H. Shumway, 2011). Δεδομένου των παραπάνω σχηματίζεται η εξής μορφή:

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \alpha_2 x_{t-2} + \dots + \alpha_p x_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

όπου x_t , η εξαρτημένη μεταβλητή της χρονοσειράς την στιγμή t και τα x_{t-k} , οι παρελθοντικές τιμές της χρονοσειράς με $k = 1, 2, \dots, p$ η υστέρηση. Το α_0 αντιπροσωπεύει τη σταθερά ανεξάρτητη του χρόνου, ενώ τα $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ αφορούν τις συσχετίσεις των x_t με x_{t-k} . Παράλληλα, η p επιδεικνύει τη τάξη της χρονοσειράς ή αλλιώς τη μέγιστη υστέρηση της (k_{max}) και τέλος, το ε_t αποτελεί το διαταρακτικό όρο όπου πρόκειται για μια χρονοσειρά κατάλοιπων χαρακτηριζόμενη ως λευκός θόρυβος (*White Noise*). Το μοντέλο παρουσιάζει βραχυχρόνια συμπεριφορά, ενώ η μακροχρόνια λαμβάνεται με την αναδρομική αντικατάσταση των τιμών υστέρησης του.

Πρώτης Τάξης Αυτοπαλίνδρομα Υποδείγματα

Οι απλούστερες μορφές ανάλυσης ενός αυτοπαλίνδρομο υποδείματος θεωρείται μια ανάλυση χρονοσειράς στις δύο πρώτες τάξεις ίση με $AR(1)$ και $AR(2)$. Ξεκινώντας από το υπόδειγμα τάξεως $AR(1)$, η εξίσωση διαμορφώνεται ως εξής:

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

με α_0 , το σταθερό όρο ανεξάρτητο από τον χρόνο και $\alpha_1 (= \rho_1)$, ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης της χρονοσειράς x_t και x_{t-1} .

Σε αυτό το σημείο, είναι σημαντικό να γίνει κατανοητή η διαφορά του συντελεστή αυτοσυσχέτισης από το συντελεστή μερικής αυτοσυσχέτισης σε ένα υπόδειγμα $AR(p)$. Ο πρώτος, προσδιορίζει τη σχέση του x_t με το x_{t-p} συμπεριλαμβανομένης της επιρροής όλων των ενδιάμεσων τιμών που έλαβε η χρονοσειρά και συμβολίζεται με ρ_1 . Από την άλλη πλευρά, η μερική αυτοσυσχέτιση αντιπροσωπεύει την αποκλειστική σχέση των x_t με το x_{t-p} απαλλασσόμενη από όλες τις ενδιάμεσες επιρροές τιμών και συμβολίζεται με α_{pp} , όπου p η τάξη του υποδείματος. Στην Εξίσωση 3.2, όπου $p = 1$ και εξαιτίας της μιας περιόδου, οι δύο συντελεστές ταυτίζονται και επομένως, ισχύει $\alpha_1 = \rho_1$.

Προκειμένου να προχωρήσει η ανάλυση αυτοσυσχέτισης μιας χρονοσειράς απαιτείται πρώτα έλεγχος στασιμότητας (ολική ή ασθενής στάσιμη) (Damodar Gujarati, 2017). Στη συνέχεια και θεωρώντας την χρονοσειρά συνήθως ασθενώς στάσιμη, διατηρούνται ορισμένες χρήσιμες ιδιότητες όπως:

$$E[x_t] = \mu,$$

$$Var(x_t) = \sigma^2 = \gamma_0 \text{ και}$$

$$Cov(x_t, x_{t-k}) = \gamma_k,$$

με μ και γ_0 σταθερές, ενώ γ_k η αυτοσυνδιακύμανση εξαρτώμενη από τις χρονικές υστερήσεις k και όχι του t .

Σε ένα υπόδειγμα $AR(1)$ εφόσον η χρονοσειρά x_t χαρακτηριστεί στάσιμη στο χρόνο, τότε είναι λογικό το μέσο όρο, μ , να είναι το ίδιο σε κάθε χρονική στιγμή t , ενώ ταυτόχρονα η συνάρτηση κατάλοιπων ορίζεται ως λευκός θόρυβος. Οι ιδιότητες που

ισχύουν λόγω των παραπάνω είναι αντίστοιχα, $\mu = E[x_t]$ και $E(\varepsilon_t) = 0$. Ενσωματώνοντας τις στην εξίσωση 3.4.1.2 ισχύει:

$$E[x_t] = E(\alpha_0) + E(\alpha_1) \cdot E[x_{t-1}] + E(\varepsilon_t)$$

$$E[x_t] = \mu = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \mu + 0$$

$$E[x_t] = \mu = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1} \quad (3.3)$$

με μ το μέσο όρο, α_0 μια σταθερά και α_1 η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης. Δεδομένου του τύπου στην Εξίσωση 3.3, για να είναι στάσιμη η χρονοσειρά στο υπόδειγμα $AR(1)$, θα πρέπει ο συντελεστής συσχέτισης να είναι $|\alpha_1| < 1$. Συγκεκριμένα, για $\alpha_1 > 0$, η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης φθίνει τείνοντας προς το μηδέν καθώς η υστέρηση (k) αυξάνεται, ενώ στην περίπτωση $\alpha_1 < 0$, εξακολουθεί να προσεγγίζει το μηδέν αλλά με διαφορετικό πρόσημο.

Διατηρώντας την σχέση ως $\alpha_0 = (1 - \alpha_1) \cdot \mu$ και αντικαθιστώντας στην αρχική συνάρτηση της χρονοσειράς, δηλαδή στην Εξίσωση 3.2, επαναπροσδιορίζεται η μορφή ως:

$$x_t - \mu = \alpha_1(x_{t-1} - \mu) + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

όπου ύστερα από πράξεις η μακροχρόνια συμπεριφορά του υποδείγματος ορίζεται:

$$x_t - \mu = \varepsilon_t + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \alpha_1^2 \varepsilon_{t-2} + \dots = \sum_{k=0}^{\infty} \alpha_1^k \varepsilon_{t-k}, \quad (3.5)$$

με $t = 1, 2, \dots, n$

Αντίστοιχα, η μακροχρόνια διακύμανση της συνάρτησης διαμορφώνεται με την εξής μορφή:

$$v_{ar}(x_t) = v_{ar}\left(\sum_{k=0}^{\infty} \alpha_1^k \varepsilon_{t-k}\right) = v_{ar}(\varepsilon_t) + \alpha_1^2 v_{ar}(\varepsilon_{t-1}) + \dots \quad (3.6)$$

$$= \sigma_{\varepsilon}^2(1 + \alpha_1^2 + \alpha_1^4 + \dots)$$

Με σταθερή διακύμανση της χρονοσειράς του τυχαίου σφάλματος ίση με σ_{ε}^2 , η διακύμανση της υπό μελέτη χρονοσειράς x_t , ύστερα από επεξεργασία παίρνει την τελική μορφή:

$$v_{ar}(x_t) = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1 - \alpha_1^2} = \gamma_0 \quad (3.7)$$

Προκειμένου να ισχύει η παραδοχή της σταθερής διακύμανσης, όπου είναι ιδιότητα μιας στάσιμης χρονοσειράς, θα πρέπει το $|\alpha_1| < 1$.

Πολλαπλασιάζοντας την Εξίσωση 3.4 με ε_t , θεωρώντας ότι ε_t και x_{t-1} ανεξάρτητα, και παίρνοντας τις αναμενόμενες τιμές προκύπτει:

$$E[\varepsilon_t(x_t - \mu)] = E[\varepsilon_t(x_{t-1} - \mu)] + E(\varepsilon_t^2) = \sigma_\varepsilon^2$$

Επομένως, για ένα στάσιμο $AR(1)$ υπόδειγμα, η αυτοσυνδυακόμενη, γνωστή ως $cov(x_t, x_{t-1}) = \gamma_1$ σχηματίζεται:

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= E(x_t, x_{t-1}) = E[x_{t-1}(\alpha_1 x_{t-1} + \varepsilon_t)] \\ &= \alpha_1 E(x_{t-1}^2) + E(x_{t-1} \varepsilon_t) = \alpha_1 \gamma_0 + 0 \\ &= \alpha_1 \gamma_0 \end{aligned} \quad (3.8)$$

Στη συνέχεια, μέσω της Εξίσωσης 3.8 διαμορφώνεται και η αυτοσυσχέτιση πρώτου βαθμού ως εξής:

$$\rho_1 = C_{0rr}(x_t, x_{t-1}) = \frac{cov(x_t, x_{t-1})}{\sigma_{x_t} \sigma_{x_{t-1}}} = \frac{\gamma_1}{\gamma_0} = \alpha_1^1 \quad (3.9)$$

Επομένως για ένα υπόδειγμα $AR(1)$ ισχύει στασιμότητα εάν $|\alpha_1| < 1$.

Δεύτερης Τάξης Αυτοπαλίνδρομα Υποδείγματα

Ένα αυτοπαλίνδρομο μοντέλο με τάξη $p = 2$ έχει την μορφή:

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \alpha_2 x_{t-2} + \varepsilon_t$$

με α_0 , ο σταθερός όρος ανεξάρτητος από τον χρόνο (t) και $\alpha_1 (= \rho_1)$, $\alpha_2 (= \rho_2)$, οι συντελεστές αυτοσυσχέτισης της χρονοσειράς την στιγμή x_t , με x_{t-1} και x_{t-2} , αντίστοιχα. Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία ισχύουν οι εξής ιδιότητες:

$$\begin{aligned} E(x_t) &= \mu = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1 - \alpha_2}, \text{ με } \alpha_1 + \alpha_2 \neq 1 \\ v_{ar}(x_t) &= \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1 - \alpha_1^2 - \alpha_2^2} = \gamma_0, \text{ με } |\alpha_1 + \alpha_2| < 1 \end{aligned}$$

$\gamma_1 = \alpha_1\gamma_0 + \alpha_2\gamma_1$ και διαιρώντας με γ_0 ισχύει:

$$\rho_1 = \alpha_1\rho_0 + \alpha_2\rho_1 \Rightarrow \rho_1 = \frac{\alpha_1}{1-\alpha_2} \quad \text{με } |\alpha_2| < 1 \quad (3.10)$$

Είναι εύκολο στην Εξίσωση αυτοσυσχέτισης 3.10 να διακριθεί μια εξίσωση διαφορών όπου εάν μηδενιστεί θα προσδιοριστεί η στασιμότητα της χρονοσειράς και παράλληλα, η μελλοντική συμπεριφορά της. Δηλαδή $(1 - \alpha_1\lambda - \alpha_2\lambda^2)\rho_1 = 0$, με λ τον τελεστή μετατόπισης (*Black- shift operator*).

Αυτοπαλίνδρομα Υποδείγματα Πολλαπλής Τάξης

Τα δύο παραπάνω παραδείγματα αποτελούσαν τις δύο πιο απλές μορφές αυτοπαλίνδρομο υποδειγμάτων, προκειμένου να γίνει κατανοητή η διαδικασία εξέλιξης της πρόβλεψης και ανάλυσης των στάσιμων χρονοσειρών. Στη γενική εικόνα με τάξη $AR(p)$ η εξίσωση παίρνει την μορφή:

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1x_{t-1} + \alpha_2x_{t-2} + \dots + \alpha_px_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3.11)$$

Σύμφωνα με όσα προηγήθηκαν ισχύει:

$$E(x_t) = \mu = \frac{\alpha_0}{1-\alpha_1-\dots-\alpha_p}, \quad \text{με } |\alpha_1 + \dots + \alpha_p| \neq 1$$

$$v_{ar}(x_t) = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1 - \alpha_1 - \alpha_2^2 - \dots - \alpha_p^p} = \gamma_0, \quad \text{με } |\alpha_1 + \dots + \alpha_p| < 1$$

$$\rho_1 = \alpha_1\rho_0 + \alpha_2\rho_1 + \dots + \alpha_p\rho_{p-1} \Rightarrow \rho_1 = \frac{\alpha_1}{1-\alpha_2-\dots-\alpha_p} \quad \text{με } |\alpha_2 - \dots - \alpha_p| < 1$$

Συνεπώς, προκύπτει ένα πολυώνυμο $A(\lambda) = 1 - \alpha_1\lambda - \alpha_2\lambda^2 - \dots - \alpha_p\lambda^p$, όπου διακρίνονται τα συμπεράσματα στασιμότητας για το υπόδειγμα $AR(p)$. Επομένως, για να είναι στάσιμο ένα $AR(p)$ υπόδειγμα θα πρέπει οι ρίζες της χαρακτηριστικής εξίσωσης $A(\lambda)$ να είναι όλες μικρότερες της μονάδας, όπως διακρίνεται στην Εξίσωση 3.12, σε απόλυτες τιμές. Άρα:

$$(1 - \alpha_1\lambda - \alpha_2\lambda^2 - \dots - \alpha_p\lambda^p)\rho_1 = 0 \quad (3.12)$$

Προσδιορισμός Της Τάξης

Εξαιτίας της άγνωστης φύσης της τάξης ενός αυτοπαλίνδρομο υποδείγματος p βαθμού, πρέπει να προσεγγιστεί εμπειρικά μια ενδεικτική τάξη του εκάστοτε υποδείγματος μέσω βοηθητικών εργαλείων. Ο προσδιορισμός είναι εφικτό να γίνει είτε με την βοήθεια της συνάρτησης μερικής αυτοσυσχέτισης (*Partial Autocorrelation Function - PACF*) είτε με τη χρήση πληροφοριακών κριτηρίων (*Informative Criteria*).

Συνάρτηση Μερικής Αυτοσυσχέτισης (PACF)

Η συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης προκύπτει από την αυτοσυσχέτιση μεταξύ δύο τιμών x_t και x_{t-p} της χρονοσειράς, αφού έχει αφαιρεθεί η γραμμική επίδραση του ενδιαμέσου διαστήματος x_{t-1} έως x_{t-p+1} . Με παρόμοια λογική, η συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης ορίζεται για κάθε υστέρηση k , όπου εδώ συμβολίζεται ως p καθώς αντιπροσωπεύει την τάξη του υποδείγματος $AR(p)$.

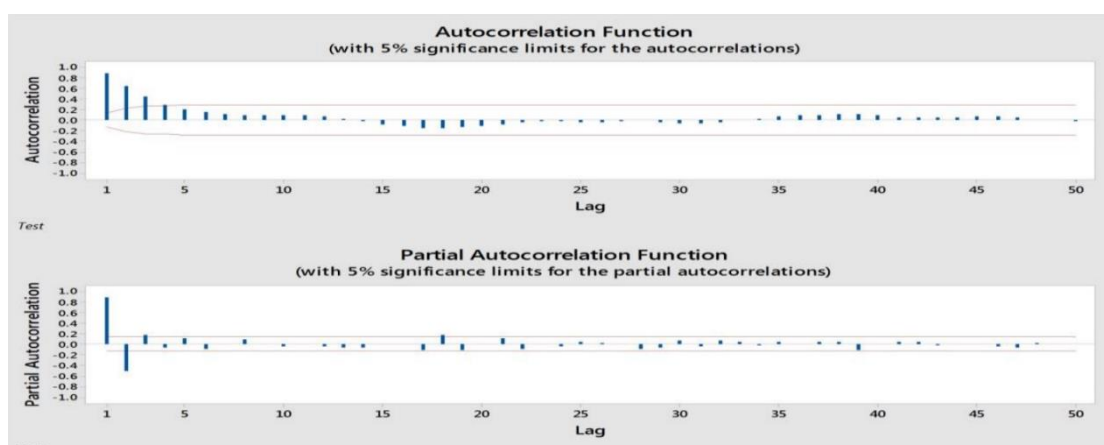
Η μερική αυτοσυσχέτιση όπως ειπώθηκε προηγουμένως, αναφέρεται στην αποκλειστική συσχέτιση των δύο διαδοχικών παρατηρήσεων x_t και x_{t-k} , αφού έχει αφαιρεθεί η γραμμική επίδραση του ενδιαμέσου διαστήματος $x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_{t-(k-1)}$, όπου $k = 1, 2, \dots, p$ η τάξη του δεδομένου συντελεστή αυτοσυσχέτισης. Επομένως, για μέγιστη τάξη του $k_{max} = p$, σχηματίζεται η εξής σχέση ανάμεσα στις δύο τιμές:

$$x_t = \alpha_{0,p} + \alpha_{1p} \cdot x_{t-1} + \alpha_{2p} \cdot x_{t-2} + \dots + \alpha_{pp} \cdot x_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3.13)$$

όπου $\alpha_{0,p}$ μια σταθερά ανεξάρτητη από το χρόνο t , το $\alpha_{k,p}$ ο συντελεστής μερικής αυτοσυσχέτισης με k το βαθμό υστέρησης και p η τάξη του υποδείγματος. Συνεπώς, στην Εξίσωση 3.13, το $\alpha_{pp} = \rho_{pp}$ είναι η μερική αυτοσυσχέτιση των x_t και x_{t-p} . Για καλύτερη κατανόηση διαμορφώνονται τα παρακάτω υποδείγματα διάφορων τάξεων:

ΤΑΞΗ	ΕΞΙΣΩΣΗ
1 ^{ης} Τάξης	$x_t = \alpha_{0,1} + \alpha_{1,1}x_{t-1} + \varepsilon_1 t$
2 ^{ης} Τάξης	$x_t = \alpha_{0,2} + \alpha_{1,2}x_{t-1} + \alpha_{2,2}x_{t-2} + \varepsilon_2 t$
3 ^{ης} Τάξης	$x_t = \alpha_{0,3} + \alpha_{1,3}x_{t-1} + \alpha_{2,3}x_{t-2} + \alpha_{3,3}x_{t-3} + \varepsilon_3 t$
...	...
p ^{ης} Τάξης	$x_t = \alpha_{0,p} + \alpha_{1p} \cdot x_{t-1} + \alpha_{2p} \cdot x_{t-2} + \dots + \alpha_{pp} \cdot x_{t-p} + \varepsilon_p t$

όπου $\alpha_{0,p}$ ο σταθερός όρος, $\alpha_{k,p}$ ο συντελεστής του x_{t-k} και $\varepsilon_p t$ το τυχαίο σφάλμα του κάθε αυτοπαλίνδρομο υποδείγματος τάξεως p . Αυτά τα μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης αποτελούν ένα σύστημα p εξισώσεων, του οποίου η μεθοδολογία λύσης βασίζεται στις εξισώσεις Yule-Walker (Peter J. Brockwell, 2002). Ως αποτέλεσμα της συγκεκριμένης μεθοδολογίας διαπιστώνεται πως σε μια συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης τάξης p , η τιμή της α_{kk} «σβήνει» στο μηδέν μετά από p υστερήσεις, δηλαδή για $k > p$.



Πηγή: Minitab Blog, 2016

Διάγραμμα 3.4

Συνάρτηση αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης

Στην απλούστερη μορφή ενός αυτοπαλινδρομούμενου μοντέλου τάξης $p = 2$, η συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.4, φθίνει γεωμετρικά στο μηδέν, μετά από δύο χρονικές υστερήσεις, γεγονός που ενισχύει την ύπαρξη στασιμότητας.

Χρήση Πληροφοριακών Κριτηρίων

Η τάξη ενός αυτοπαλίνδρομο υποδείγματος $AR(p)$ είναι εφικτό να προσδιοριστεί από ποικίλα πληροφοριακά κριτήρια όπου βασίζονται στις ιδιότητες της συνάρτησης μέγιστης πιθανοφάνειας. Η εκτίμηση μέγιστης πιθανοφάνειας (EMΠ) είναι μια μέθοδος εκτίμησης βέλτιστων παραμέτρων βασισόμενη σε ένα στατιστικό μοντέλο δεδομένων γνωρίζοντας μόνο το δειγματικό μέγεθος ενός πληθυσμού ενώ παράλληλα, λαμβάνει την μέση τιμή και τη διακύμανση ως παραμέτρους. Η μέθοδος της μέγιστης

πιθανοφάνειας επιλέγει το σύνολο των τιμών των παραμέτρων του μοντέλου που μεγιστοποιεί την συνάρτηση πιθανότητας (R. H. Shumway, 2011). Τα δύο επικρατέστερα πληροφοριακά κριτήρια είναι του Akaike's Information Criterion (AIC) και του Schwarz Information Criterion (SIC) ή Bayesian Information Criterion (BIC).

Ο Akaike (1969) πρότεινε τη μέτρηση της καλής προσαρμογής για το μοντέλο της διακύμανσης των κατάλοιπων σε k αριθμό παλινδρομήσεων, εξισορροπώντας το σφάλμα της προσαρμογής με τον αριθμό των παραμέτρων στο μοντέλο. Ορίζεται ως εξής:

$$AIC = \ln(\hat{\sigma}_k^2) + 2\frac{k}{n}$$

Το $\hat{\sigma}_k^2$ είναι ο εκτιμητής μέγιστης πιθανοφάνειας του σ_ε^2 (διακύμανση των κατάλοιπων) γνωστό και ως $\hat{\sigma}_k^2 = \frac{SSE_k}{n}$, με SSE_k το σύνολο ελαχίστων τετραγώνων των κατάλοιπων.

Το n αντιπροσωπεύει το μέγεθος του δείγματος και τέλος, το k θεωρείται ο συνολικός αριθμός παραμέτρων που εκτιμήθηκαν.

Η τιμή του k που αποδίδει το ελάχιστο AIC καθορίζει το καλύτερο μοντέλο σύμφωνα με την θεωρία του Akaike. Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της διακύμανσης των κατάλοιπων $\hat{\sigma}_k^2$ καθώς το k αυξάνεται. Στη πράξη, η εκτίμηση του πληροφοριακού κριτηρίου γίνεται για διάφορα $k = 1, 2, 3, \dots, p$. Τη στιγμή της ελαχιστοποίησης καθορίζεται και ο θετικός πάντα αριθμός, όπου συμβολίζεται με p και δηλώνει την τάξη του υποδείγματος.

Μια διορθωμένη μορφή, βασίζεται σε επιχειρήματα Bayes, όπως στον Schwarz (1978) όπου σχεδίασε το εξής πληροφοριακό κριτήριο:

$$BIC = \ln(\hat{\sigma}_k^2) + \frac{k}{n} \ln(n)$$

Διάφορες μελέτες προσομοίωσης έχουν την τάση να επιβεβαιώνουν ότι το BIC κάνει καλά τη σωστή σειρά σε μεγάλα δείγματα, ενώ το AIC τείνει να είναι ανώτερο σε μικρότερα δείγματα όπου ο σχετικός αριθμός παραμέτρων (k) είναι μεγάλος. Επιπλέον, σημειώνεται πως η επιλογή καταλληλότερου κριτηρίου γίνεται με βάση τη μικρότερη τιμή που θα λάβει, ακόμα και σε περιπτώσεις αρνητικών τιμών.

Έλεγχος Υποδείγματος

Προκειμένου το αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα να στέκει στις προαναφερθείσες ιδιότητες του πρέπει να γίνει έλεγχος για την επάρκεια του. Επομένως, θα πρέπει να επιβεβαιωθεί ο χαρακτηρισμός της συνάρτησης κατάλοιπων ως λευκός θόρυβος για χρήση ιδιοτήτων. Στον εν λόγω έλεγχο, χρησιμοποιείται το εργαλείο της συνάρτησης $Q(H)$ που ονομάστηκε τεστ Portmanteau των Ljung και Box το 1970 όπου τροποποιήθηκε στη συνέχεια από τους Box και Pierce το 1978 (R. H. Shumway, 2011). Η συνάρτηση λαμβάνει υπόψη της το άθροισμα του τετράγωνου των αυτοσυσχετίσεων για τα σφάλματα του υποδείγματος υπολογιζόμενο σε διαφορετικές καθυστερήσεις. Εάν το υπόδειγμα είναι επαρκές, τότε οι τιμές των μέσων της $Q(H)$ θα φανεί πως ακολουθούν κατανομή X^2 , διαφορετικά θα τείνουν να αυξάνονται δηλώνοντας την αύξηση της αυτοσυσχέτισης μεταξύ των σφαλμάτων και συνεπώς, την ακαταλληλότητα του μοντέλου.

Εξαιτίας του γεγονότος πως οι πραγματικές μερικές και μη αυτοσυσχετίσεις δεν είναι γνωστές, αντί αυτών χρησιμοποιούνται οι εκτιμήσεις τους από το δείγμα (n) ενώ σε μεγάλο δειγματικό πληθυσμό οι εκτιμήσεις αυτές κατανέμονται κανονικά με μέσο το μηδέν και διακύμανση $1/n$, με n το μέγεθος του δείγματος. Άρα, θα γίνει μια μηδενική υπόθεση $H_0: \rho_\varepsilon(h) = 0$ για κάθε χρονική υστέρηση $h = 1, 2, \dots, H$. Εάν αποδειχθεί αυτή η υπόθεση τότε συμπεραίνεται πως όλες οι αυτοσυσχετίσεις του μοντέλου των τυχαίων σφαλμάτων θα είναι μηδενικές και συνεπώς, ορθώς χαρακτηρίστηκε λευκός θόρυβος. Ως εναλλακτική υπόθεση θα συμπεραθεί το ακριβώς αντίθετο ίσο με $H_1: \rho_\varepsilon(h) \neq 0$ για κάθε χρονική υστέρηση $h = 1, 2, \dots, H$. Συγκεκριμένα, η υπόθεση λευκού θορύβου καταργείται και απαιτείται επανεκτίμηση του υποδείγματος. Σύμφωνα με το διορθωμένο, μεγαλύτερης ακρίβειας στη κατανομή X^2 εργαλείο των Ljung και Box ισχύει η συνάρτηση:

$$Q = n(n+2) \sum_{h=1}^H \frac{\hat{\rho}_\varepsilon(h)}{n-h}$$

Το n αποτελεί το μέγεθος του δείγματος, το H τη μέγιστη τιμή που θα λάβει η χρονική υστέρηση ($h = 1, 2, \dots, H$) και το $\hat{\rho}_\varepsilon(h)$ αφορά τους συντελεστές εκτίμησης του συντελεστή αυτοσυσχέτισης που προκύπτει από το στατιστικό εργαλείο:

$$t_\varepsilon(h) = \frac{\hat{\rho}_\varepsilon(h)}{\sqrt{\frac{1}{n}}} = \hat{\rho}_\varepsilon(h)\sqrt{n}$$

Η χρήση του εργαλείου αυτού γίνεται με τον προσδιορισμό του επιπέδου σημαντικότητας α . Για παράδειγμα εάν $\alpha = 95\%$ τότε σύμφωνα με τον πίνακα προκύπτει:

$$t_\varepsilon(h) = \pm 1,96 \frac{1}{\sqrt{n}}$$

Για ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα $AR(p)$ και δεδομένου πως το στατιστικό εργαλείο $Q(H)$ ακολουθεί κατανομή χ^2 με $\nu = H - p$ βαθμούς ελευθερίας, η μηδενική υπόθεση H_0 απορρίπτεται αν $Q(H) > \chi_H^2$.

Πρόβλεψη Μέσω $AR(p)$

Η χρησιμότητα των αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων δεν σταματά μόνο στην ανάλυση των χρονοσειρών και την διάκριση των βασικών ιδιοτήτων τους. Για την ακρίβεια, διαθέτουν επιπλέον ικανότητες πρόβλεψης δίνοντας τη δυνατότητα για εκτίμηση των μελλοντικών τιμών που πιθανώς θα λάβει μια σειρά σε δεδομένη χρονική στιγμή t στο μέλλον. Η δυνατότητα αυτή θεωρείται μια σπουδαία διαδικασία καθώς επιτρέπει την πρόγνωση μιας δυσμενούς επενδυτικής κίνησης και επιπλέον, την πρόωρη αναγνώριση του ρίσκου που θα επιλέξει ο επενδυτής να αναλάβει.

Πρόβλεψη Μιας Περιόδου

Έστω ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα $AR(p)$ με $p \geq 1$ η συνολική τάξη του. Η πρόβλεψη θα εκτιμηθεί την χρονική στιγμή $t = h$ με σκοπό να προσδιορίσει τη μελλοντική χρονική στιγμή x_{h+T} για $T \geq 1$. Το T καλείται ορίζοντας πρόβλεψης (*forecast horizon*) και το $\hat{x}_h(T)$ αποτελεί την εκτίμηση της x_{h+T} . Επομένως, για πρόβλεψη μιας περιόδου ($T = 1$) ισχύει:

$$x_{h+1} = \alpha_0 + \alpha_1 x_h + \alpha_2 x_{h-1} + \dots + \alpha_p x_{h-p+1} + \varepsilon_{h+1} \quad (3.14)$$

Συνεπώς, ως αναμενόμενη τιμή σχηματίζεται η εκτίμηση της x_{h+1} :

$$\hat{x}_h(1) = E(x_{h+1} | x_h, x_{h-k}) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^p \alpha_k x_{h+1-k} \quad (3.15)$$

Σπουδαίο ρόλο τόσο στην ανάλυση χρονοσειρών όσο και στη πρόβλεψη μελλοντικών τιμών παίζουν τα κατάλοιπα (*residuals*), όπου συμβολίζονται με ε_h . Το κατάλοιπο ή σφάλμα είναι η διαφορά ανάμεσα στο πραγματικό αποτέλεσμα, δηλαδή της Εξίσωσης 3.14 και την πρόβλεψη, δηλαδή της Εξίσωσης 3.15 του αποτελέσματος και συνεπώς, υπολογίζεται ως εξής:

$$\hat{\varepsilon}_h(1) = x_{h+1} - \hat{x}_h(1) = \varepsilon_{h+1}$$

Παράλληλα, η διακύμανση του σφάλματος είναι $Var[\hat{\varepsilon}_h(1)] = Var(\varepsilon_{h+1}) = \sigma_\varepsilon^2$.

Πρόβλεψη Πολλών Περιόδων

Έστω το υπόδειγμα $AR(p)$ με συνολικό αριθμό παρατηρήσεων ίσο με το p (x_1, x_2, \dots, x_{h+T}) και χρονοσειρά x_h με συνολικό παρελθοντικό αριθμό h παρατηρήσεων έως τη χρονική στιγμή της πρόβλεψης ($t = h$), όπου ισχύει x_1, x_2, \dots, x_h . Η εκτίμηση της πρόβλεψης αφορά τη τιμή της χρονοσειράς T χρονικές στιγμές μπροστά με $T \geq 1$, οπότε ισχύει x_{h+T} . Μαθηματικά το πρόβλημα της πρόβλεψης $\hat{x}_{h+T} = x_h(T)$ δίνεται από την εύρεση της δεσμευμένης μέσης τιμής. Οπότε:

$$\hat{x}_h(T) = E(x_{h+T} | x_h, x_{h-1}, \dots)$$

όπου ο δείκτης h δηλώνει την αφετηρία της πρόβλεψης (*forecast origin*) και ο δείκτης T στη παρένθεση δηλώνει τον ορίζοντα πρόβλεψης (*forecast horizon*). Επισημαίνεται, πως όσο μεγαλύτερο T οριστεί τόσο πιο αβέβαιη θα είναι η πρόβλεψη. Επομένως:

$$x_{h+T} = \alpha_0 + \alpha_1 x_{h+T-1} + \dots + \alpha_p x_{h+T-p} + \varepsilon_{h+T}$$

όπου η σημειακή πρόβλεψη x_{h+T} είναι η υπο συνθήκη αναμενομενη τιμη $\hat{x}_h(T)$, δηλαδή $\hat{x}_h(T) = E[x_{h+T}]$ για $T \geq 1$ και η εκτιμώμενη τιμή σφάλματος είναι:

$$\hat{\varepsilon}_h(T) = x_{h+T} - \hat{x}_h(T) = \varepsilon_{h+T}$$

Όπως φαίνεται, σε ένα στάσιμο υπόδειγμα τάξης $AR(p)$ η πρόβλεψη $\hat{x}_h(T)$ τεινει στο $E(x_h)$ καθώς το $T \rightarrow \infty$. Επεξηγηματικά, η πρόβλεψη T περιόδων μετά $[\hat{x}_h(T)]$ προσεγγίζει την χωρίς συνθήκη αναμενόμενη μέση τιμή $[E(x_h)]$ της χρονοσειράς και ταυτόχρονα, η εκτίμηση της διακύμανσης του σφάλματος ($\hat{\sigma}_\varepsilon^2$) προσεγγίζει την χωρίς συνθήκη διακύμανση του x_h [$var(x_t)$].

3.4.2 Υποδείγματα Κινητού Μέσου

Τα υποδείγματα κινητού μέσου (*Moving Average Model – MA*) συχνά καλούνται *AR* υποδείγματα απείρων όρων και συμβολίζονται ως $AR(\infty)$. Συνεπώς, ακολουθούν παρόμοια λογική με τα αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα, ενώ μοναδική διαφορά των δύο είναι η βέβαιη στασιμότητα των *MA* υποδειγμάτων αντίθετα με τα *AR* που απαιτείται έλεγχος. Τα υποδείγματα κινητού μέσου αφορούν επίσης γραμμικά μοντέλα και αναλύουν χρονοσειρές με πεπερασμένο γραμμικό συνδυασμό χρονικών υστερήσεων λευκού θορύβου, γεγονός που επαληθεύει τη στασιμότητα. Η επιλογή ιδανικού υποδείγματος πραγματοποιείται με το εργαλείο πληροφοριακών κριτηρίων AIC και BIC. Δίνεται η ακόλουθη μορφή ενός $MA(q)$ τάξης:

$$x_t = \mu + \varepsilon_t - \vartheta_1 \varepsilon_{t-1} - \vartheta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \vartheta_q \varepsilon_{t-q}$$

Η τάξη q δηλώνει το μήκος της υστερήσεως της μεταβλητής των σφαλμάτων (ε_t), η οποία θεωρείται λευκός θόρυβος, ενώ οι μεταβλητές μ και ϑ_k είναι οι σταθεροί παράμετροι. Η συμπεριφορά της εξαρτημένης μεταβλητής x_t , επηρεάζεται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές τυχαίων όρων σφάλματος (ε_t) των προηγούμενων περιόδων ($t-1, t-2, \dots, t-k$) με βαθμό υστέρησης $k = 1, 2, 3, \dots, q$. Το υπόδειγμα καλείται ως κινητός μέσος δεδομένου πως η x_t δημιουργείται ως ένα σταθμισμένο άθροισμα των τυχαίων σφαλμάτων όλων των προηγούμενων χρονικών περιόδων τάξεως q .

Υπόδειγμα Κινητού Μέσου Πρώτης Τάξης

Για ένα υπόδειγμα $MA(q)$ τάξεως $q = 1$ και δεδομένου πως η αναμενόμενη τιμή σφαλμάτων του υποδείγματος ίση με το μέσο της χρονοσειράς, $E(\varepsilon_t) = \mu$, τότε σχηματίζεται ο παρακάτω τύπος.

$$x_t - \mu = \varepsilon_t - \vartheta \varepsilon_{t-1}$$

Για $|\vartheta| < 1$ και ε_t , ο λευκός θόρυβος, τότε σύμφωνα με τις ιδιότητες ισχύει:

$$E(\varepsilon_t) = E(\varepsilon_{t-1}) = \dots = E(\varepsilon_{t-k}) = 0$$

Με σταθερό μέσο όρο ίσο με $E(x_t) = 0$ και παράλληλα, σταθερή διακύμανση ίση με:

$$\gamma_0 = \text{var}(x_t) = \sigma_\varepsilon^2 (1 + \vartheta^2)$$

Επιπλέον, οι αυτοσυνδιακυμάνσεις ορίζονται ως εξής:

$$\gamma_1 = E(x_t, x_{t-1}) = -\vartheta E(\varepsilon_{t-1}^2) = -\vartheta \sigma_\varepsilon^2 \quad \text{για } k = 1 = q$$

$$\gamma_k = E(x_t, x_{t-k}) = E[x_t(\varepsilon_{t-k} - \vartheta\varepsilon_{t-k-1})] = 0 \text{ για } k \geq 2$$

Σε συνέχεια, εμφανίζεται η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης ($k = 1 = q$), όπου:

$$\rho_0 = \frac{\gamma_0}{\gamma_0} = 1$$

$$\rho_1 = \frac{\gamma_1}{\gamma_0} = \frac{-\vartheta\sigma_\varepsilon^2}{\sigma_\varepsilon^2(1+\vartheta^2)} = \frac{-\vartheta}{1+\vartheta^2} \text{ για } k = 1 = q \text{ και}$$

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \frac{0}{\sigma_\varepsilon^2(1+\vartheta^2)} = 0 \text{ για } k \geq 2$$

Σε αντίθεση με το αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα $AR(p)$ όπου μετά από p υστερήσεις αρχίζει να φθίνει τείνοντας προς το μηδέν, η εξίσωση αυτοσυσχέτισης (ρ_1) του υποδείγματος κινητού μέσου τάξεως q , φανερώνει πως μηδενίζεται τελείως ύστερα από q υστερήσεις.

Ως σημαντική επισήμανση, το υπόδειγμα $MA(1)$ αφορά τόσο την ανάλυση όσο και την πρόβλεψη μόνο μιας περιόδου, εφόσον οι αυτοδιακυμάνσεις και συνεπώς, οι αυτοσυσχετίσεις του μηδενίζονται τελείως ύστερα από μια μόλις υστέρηση (για $k > q$). Αυτός είναι ο λόγος που το μοντέλο χαρακτηρίζεται με μνήμη μιας περιόδου, διαθέτοντας συσχέτιση για μια παρατήρηση x_t μόνο με τη προηγούμενη (x_{t-1}) ή την επόμενη (x_{t+1}).

Υπόδειγμα Κινητού Μέσου Πολλών Τάξεων

Σε γενική μορφή, το υπόδειγμα $MA(q)$ είναι:

$$x_t = \mu + \varepsilon_t - \vartheta_1\varepsilon_{t-1} - \dots - \vartheta_q\varepsilon_{t-q}$$

Παίρνοντας τις ιδιότητες του λευκού θορύβου, $E(\varepsilon_t) = 0$ με σταθερή διακύμανση ίση με σ_ε^2 και μηδενικές αυτοδιακυμάνσεις, ισχύει:

$$\begin{aligned} \gamma_0 &= v_{ar}(x_t) = E(x_t - \mu)^2 \\ &= E(\varepsilon_t^2) + \vartheta_1^2 E(\varepsilon_{t-1}^2) + \dots + \vartheta_q^2 E(\varepsilon_{t-q}^2) - \dots - 2\vartheta_1 E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-1}) - \dots \\ &= \sigma_\varepsilon^2 (1 + \vartheta_1^2 + \dots + \vartheta_q^2) \end{aligned}$$

Ενώ παράλληλα σχηματίζονται οι αυτοσυνδιακυμάνσεις όπου είναι επίσης πεπερασμένες και ανεξάρτητες του χρόνου t :

$$\gamma_k = (-\vartheta_k + \vartheta_1\vartheta_{k+1} + \dots + \vartheta_{q-k}\vartheta_q) \sigma_\varepsilon^2, \text{ για } k = 1, \dots, q \text{ και}$$

$$\gamma_k = 0, \text{ για } k > q$$

Γίνεται κατανοητό πως για πεπερασμένη υστέρηση $k > q$, το υπόδειγμα $MA(q)$ θα είναι στάσιμο καθώς οι αυτοσυσχετίσεις του μηδενίζονται τελείως ύστερα από q περιόδους. Αντίθετα, σε ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα $AR(p)$ η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης μπορεί να εκτείνεται στο άπειρο φθίνοντας αλλά χωρίς να αγγίζει ποτέ το μηδέν. Η ακριβώς ανάποδη διαδικασία ισχύει στη περίπτωση της συνάρτησης της μερικής αυτοσυσχέτισης των δύο υποδειγμάτων. Συγκεκριμένα, η διαδικασία μερικής αυτοσυσχέτισης για ένα $MA(q)$ πιθανόν να εκτείνεται στο άπειρο ύστερα από q υστερήσεις ενώ αντίθετα, η διαδικασία του $AR(p)$, λαμβάνει τη τιμή μηδέν για $k > p$.

Ιδιότητα Αντιστρεψιμότητας

Μια εξαιρετική ικανότητα των υποδειγμάτων $MA(q)$ είναι η εύκολη μετατροπή τους σε αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα και το αντίστροφο. Ως συνθήκες αντιστρεψιμότητας, καλούνται εκείνες οι συνθήκες που εφόσον ισχύουν, επιτρέπουν σε ένα υπόδειγμα κινητού μέσου να εκφραστεί ως αυτοπαλίνδρομο και το ανάποδο. Αναλυτικότερα, είναι εφικτό ένα υπόδειγμα $MA(q)$ με $q \geq 1$ η τάξη, να μετατραπεί σε ένα υπόδειγμα $AR(\infty)$. Αντίστοιχα, ένα υπόδειγμα $AR(p)$ με τάξη $p \geq 1$, μπορεί να εκφραστεί ως $MA(\infty)$. Με άλλα λόγια, είναι πιθανό η συνάρτηση κατάλοιπων (ε_t) ενός $MA(q)$ υποδείματος να διαμορφωθεί ως συνάρτηση των τιμών χρονοσειράς (x_t, x_{t-1}, \dots) με μοναδικό τρόπο. Σε ένα υπόδειγμα $MA(q)$ με μορφή πολυώνυμου:

$$x_t = \varepsilon_t - \vartheta_1 \varepsilon_{t-1} - \vartheta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \vartheta_q \varepsilon_{t-q} = \theta(L) \varepsilon_t$$

όπου $x_t = X_t - \mu$ και $\theta(L) = 1 - \vartheta_1 L - \dots - \vartheta_p L^p$. Οι συνθήκες αντιστρεψιμότητας ενός υποδείματος κινητού μέσου, όπου είναι αντίστοιχες με τις συνθήκες στασιμότητας ενός αυτοπαλίνδρομου υποδείματος, καθορίζονται με τη θέσπιση περιορισμού των ριζών του πολυώνυμου. Ο περιορισμός αφορά τις ρίζες της εξίσωσης $\theta(L)$, όπου επιβάλλεται να βρίσκονται όλες μέσα στον μοναδιαίο κύκλο ή εναλλακτικά, να είναι μηδενικές με $\theta(L) = 0$ και να βρίσκονται όλες εκτός. Για παράδειγμα, ένα υπόδειγμα $MA(1)$ βρίσκεται υπό τις συνθήκες αντιστρεψιμότητας όταν ικανοποιεί την ικανή και αναγκαία συνθήκη:

$$-1 < \theta < 1 \quad \text{ή} \quad |\vartheta| < 1$$

Αντίστοιχα, ένα υπόδειγμα δεύτερης τάξης, $MA(2)$ οφείλει να ικανοποιεί τους εξής περιορισμούς:

$$\vartheta_1 + \vartheta_2 < 1$$

$$\vartheta_2 - \vartheta_1 < 1$$

$$|\vartheta_2| < 1$$

Πρόβλεψη Μέσω Κινητού Υποδείγματος (MA)

Αντίστοιχα με τα αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα, είναι εφικτό να προσεγγιστεί μια πιθανή μελλοντική τιμή που θα λάβει η χρονοσειρά μέσω την βοήθειας των υποδειγμάτων κινητού μέσου. Στην ίδια κατεύθυνση και λόγω ευκολίας τάξεως θα δοθούν στη συνέχεια παραδείγματα πρόβλεψης των δύο πρώτων τάξεων του υποδείγματος.

Πρόβλεψη Μιας Περιόδου

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, σε ένα υπόδειγμα $MA(q)$ είναι εφικτή η πρόβλεψη μόνο έως q περιόδους μετά. Το γεγονός πως οι προβλέψεις τείνουν σχετικά γρήγορα στο μέσο όρο της χρονοσειράς, κάνει αρκετά εύκολη τη διαδικασία του $MA(q)$. Για αφετηρία πρόβλεψης τη χρονική στιγμή $t = h$, με εκτίμηση μόνο μιας περιόδου $T = 1$, το υπόδειγμα $MA(1)$ παίρνει τη μορφή:

$$x_{h+1} = \mu + \varepsilon_{h+1} - \vartheta_1 \varepsilon_h$$

Οι εκτιμώμενες τιμές που προκύπτουν μέσα από τις υπό συνθήκη αναμενόμενες τιμές είναι:

$$\hat{x}_h(1) = E(x_{h+1} | x_h, x_{h-1}, \dots) = \mu - \vartheta_1 \varepsilon_h = x_{h+1}$$

$$\hat{\varepsilon}_h(1) = x_{h+1} - \hat{x}_h(1) = \varepsilon_{h+1}$$

Ως διακύμανση του εκτιμώμενου σφάλματος νοείται η εξίσωση:

$$var[\varepsilon_h(1)] = \sigma_\varepsilon^2$$

Πρόβλεψη Πολλών Περιόδων

Αντίστοιχα, σε ένα υπόδειγμα $MA(q)$ για πρόβλεψη $T = q$ περιόδων μετά, ισχύει:

$$x_{h+T} = \mu + \varepsilon_{h+T} - \vartheta_1 \varepsilon_{h+T-1} - \vartheta_2 \varepsilon_{h+T-2} - \dots - \vartheta_q \varepsilon_h$$

Για δεδομένη χρονική στιγμή πρόβλεψης $t = h$, βαθμός εκτίμησης T περιόδων μπροστά και σταθεροί παράμετροι μ και θ , οι εκτιμήσεις παίρνοντας τις αναμενόμενες τιμές προκύπτουν από:

$$\hat{x}_h(T) = E(x_{h+T} | X_h, X_{h+T-1}, \dots) = \mu$$

$$\hat{\varepsilon}_h(T) = x_{h+T} - \hat{x}_h(T) = \varepsilon_{h+T} - \vartheta_1 \varepsilon_{h+T-1} - \dots - \vartheta_q \varepsilon_h$$

Η διακύμανση παίρνει τη μορφή:

$$v_{ar}[\varepsilon_h(T)] = (1 + \vartheta_1^2 + \vartheta_2^2 + \dots + \vartheta_q^2) \sigma_\varepsilon^2$$

Για ένα υπόδειγμα MA(q) η πρόβλεψη πολλών περιόδων $[\hat{x}_h(T)]$ συγκλίνει στην αναμενόμενη τιμή της χρονοσειράς μετά τις πρώτες q περιόδους $[E(x_{h+1})]$.

3.4.3 Μεικτά Αυτοπαλίνδρομα Υποδείγματα Κινητού Μέσου

Τα υποδείγματα αυτοπαλίνδρομων κινητών μέσων (*Autoregressive Moving Average Model – ARMA*) σχεδιάστηκαν προκειμένου να αντιμετωπιστούν κάποιες μορφές χρονοσειρών που εμφανίζουν χαρακτηριστικά που δεν παραπέμπουν αποκλειστικά ούτε στα αυτοπαλίνδρομα $AR(p)$ ούτε στα κινητού μέσου $MA(q)$ υποδείγματα. Αυτά τα μοντέλα *ARMA* κατατάσσονται στη κατηγορία μεικτών υποδειγμάτων καθώς χρησιμοποιούνται όλες οι ιδιότητες και χαρακτηριστικά των δύο υποδειγμάτων $AR(p)$ και $MA(q)$. Αναλυτικά, υπάρχουν αρκετές πιθανότητες να διαμορφωθούν συναρτήσεις μερικής και κανονικής αυτοσυσχέτισης δεδομένων που δεν φαίνονται να μηδενίζουν σε καμία από τις αναφερόμενες συναρτήσεις. Αντ' αυτού, εκείνες φθίνουν σταδιακά με αργό ρυθμό διατηρώντας στοιχεία και των δύο υποδειγμάτων. Παράλληλα, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που τα δύο αναφερόμενα υποδείγματα θεωρούνται ακατάλληλα να εφαρμοστούν εξαιτίας της απαιτούμενης υψηλής τάξης με αρκετές παραμέτρους, έτσι ώστε να χαρακτηριστούν επαρκή στη περιγραφή της δομής των δεδομένων. Εν ολίγοις, το υπόδειγμα καλείται Μεικτό Αυτοπαλίνδρομο – Κινητού Μέσου Υπόδειγμα τάξεως $ARMA(p, q)$ λόγω του ότι είναι συνδυασμός p αυτοπαλίνδρομων όρων και q όρων κινητού μέσου, ενώ έχει μορφή:

$$x_t = \delta + \alpha_1 x_{t-1} + \alpha_2 x_{t-2} + \dots + \alpha_p x_{t-p} + \varepsilon_t - \vartheta_1 \varepsilon_{t-1} - \vartheta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \vartheta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3.16)$$

Η Εξίσωση 3.16 μπορεί να εκφραστεί και σε μορφή πολυώνυμου για μεγαλύτερη ευκολία υπολογισμού ως:

$$A(\lambda)x_t = \delta + \theta(L)\varepsilon_t, \text{ με } \delta = \alpha_0 \text{ η σταθερά}$$

όπου $A(\lambda) = 1 - \alpha_1\lambda - \alpha_2\lambda^2 - \dots - \alpha_p\lambda^p$ και $\theta(L) = 1 - \vartheta_1L - \vartheta_2L^2 - \dots - \vartheta_qL^q$.

Η μετατροπή της εξίσωσης 3.4.3.1 σε πολυώνυμο βοηθά στο να οριστούν οι κατάλληλες συνθήκες τόσο της στασιμότητας όσο και της αντιστρεψιμότητας που αναφέρθηκαν στην ανάλυση των δύο υποδειγμάτων $AR(p)$ και $MA(q)$. Οι συνθήκες κάθε περίπτωσης καθορίζονται από το ενδιαφερόμενο υπόδειγμα. Συγκεκριμένα, ένα υπόδειγμα $ARMA(p, q)$ βρίσκεται υπό συνθήκες στασιμότητας όταν οι ρίζες του πολυώνυμου που αναφέρεται στο $AR(p)$ βρίσκονται εκτός μοναδιαίου κύκλου με $A(\lambda) = 0$. Αντίθετα, αντιστρέψιμο θα χαρακτηριστεί μόνο εάν οι ρίζες του πολυωνύμου $\theta(L)$ ενός $MA(q)$ θα βρίσκονται επίσης, εκτός του μοναδιαίου κύκλου με $\theta(L) = 0$. Στη περίπτωση που η διαδικασία $ARMA(p, q)$ χαρακτηριστεί στάσιμη και αντιστρέψιμη, τότε το αναφερόμενο πολυώνυμο της $AR(p)$ θα γίνει αντιστρέψιμο με αποτέλεσμα ο πολλαπλασιασμός με $A^{-1}(\lambda)$ να δημιουργήσει το υπόδειγμα $MA(\infty)$ και επομένως να ισχύει:

$$x_t = A^{-1}(\lambda)\delta + A^{-1}(\lambda)\theta(L)\varepsilon_t$$

Για $k > q$ οι αυτοσυσχέτισης ενός μοντέλου $ARMA(p, q)$ συμπεριφέρονται ως μοντέλο $AR(p)$. Οι παράμετροι του κινητού μέσου όρου παίζουν ρόλο μόνο για τον υπολογισμό των πρώτων αυτοσυσχετίσεων q .

Σημειώνεται, πως καθαρές περιπτώσεις $AR(p)$ ή $MA(q)$ σε ένα μεικτό υπόδειγμα θα θεωρηθούν ειδικές περιπτώσεις του $ARMA$ με $AR(p) = ARMA(p, 0)$ και $MA(q) = ARMA(0, q)$. Σε ένα υπόδειγμα $ARMA(1,1)$, εάν $\alpha = 0$, η διαδικασία είναι $MA(1)$, εάν $\theta = 0$, η διαδικασία είναι $AR(1)$ και εάν $\alpha = \theta$, τότε η διαδικασία θεωρείται λευκός θόρυβος.

Τέλος, δεδομένου του δύσκολου προσδιορισμού της τάξης ενός υποδείγματος $ARMA(p, q)$ βασισμένη στις ιδιότητες των συναρτήσεων αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης, η τάξη καθορίζεται με βάση τα πληροφοριακά κριτήρια ελέγχοντας όλα τα υποδείγματα $p > p^*$ και $q > q^*$ όπου p^*, q^* οι πραγματικές τάξεις. Το βέλτιστο υπόδειγμα θα είναι εκείνο με το ελάχιστο κριτήριο (Enders, 2014).

Αξιοσημείωτη θα ήταν μια αναφορά στα εποχικά υποδείγματα αυτοπαλίνδρομων κινητών μέσων όπου συμβολίζονται ως $SARMA(p, q)(P, Q)_s$. Τα συγκεκριμένα

υποδείγματα λαμβάνουν υπόψιν τους την δυνατότητα ύπαρξης φαινομένων αυτοσυσχέτισης για τις x_t και ε_t ανά s χρονικά διαστήματα. Με άλλα λόγια, τις αυτοσυσχετίσεις εξαιτίας εποχικότητας. Εδώ το s συμβολίζει την εποχική διάσταση για $s = 12$ μηνιαίες παρατηρήσεις, τα p και q αναφέρονται στον μη-εποχικό βαθμό υστέρησης, ενώ τα P και Q στον αντίστοιχο εποχικό.

Πρώτης Τάξης ARMA(1,1)

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν, ένα μεικτό υπόδειγμα πρώτης τάξης ίσο με $ARMA(1,1)$ ορίζεται ως εξής:

$$x_t - \alpha_1 x_{t-1} = \delta + \varepsilon_t - \vartheta \varepsilon_{t-1} \quad (3.17)$$

με ε_t , το λευκό θόρυβο και δ , ο σταθερός όρος. Οι συναρτήσεις μερικής και κανονικής αυτοσυσχέτισης μιας διαδικασίας $ARMA(p, q)$ θα φθίνουν τείνοντας αλλά ποτέ αγγίζοντας το μηδέν. Επομένως, γίνεται εύκολα κατανοητό πως η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης της Εξίσωσης 3.17 θα συμπεριφέρεται όπως αυτή μιας $AR(p)$ διαδικασίας για $k > p$, ενώ η συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης θα συμπεριφέρεσαι όπως αυτή μιας $MA(q)$ διαδικασίας για $k > q - p$. Συνεπώς, γράφεται ως εξής:

$$(1 - \alpha_1 L)x_t = \delta + (1 - \vartheta L)\varepsilon_t \quad (3.18)$$

Γνωρίζοντας πως πολλαπλασιάζοντας ένα πολυώνυμο $A(L) = (1 - \alpha_1 L)$ με τον αντίστροφο του, $A^{-1}(L) = (1 - \alpha_1 L)^{-1}$, προκύπτει αποτέλεσμα ίσο με τη μονάδα. Άρα, πολλαπλασιάζοντας την Εξίσωση 3.18 με το αντίστροφο πολυώνυμο και παίρνοντας αναμενόμενη τιμή, γνωρίζοντας πως $E(\varepsilon_t) = 0$ (λευκός θόρυβος), προκύπτει ο μέσος ο οποίος είναι σταθερός και ίσος με:

$$\mu = E(X) = \delta(1 - \alpha_1 L)^{-1} + (1 - \vartheta L)E(\varepsilon_t) = \frac{\delta}{1 - \alpha_1}$$

Ο σταθερός όρος δηλώνει πως η σειρά είναι ασθενώς στάσιμη, όπως στο $AR(1)$ υπόδειγμα.

Για $\delta = 0$ και πολλαπλασιάζοντας με ε_t , ορίζεται η σταθερή διακύμανση $v_{ar}(x_t) = v_{ar}(x_{t-1})$ και οι αυτοδιακυμάνσεις. Στο υπόδειγμα $ARMA(1,1)$ και για $|\alpha| < 1$ και $|\vartheta| < 1$ ισχύει:

$$\gamma_0 = v_{ar} = \frac{(1 - 2\alpha_1\vartheta + \vartheta^2)}{1 - \alpha_1^2} \sigma_\varepsilon^2, \text{ με } |\alpha_1| < 1$$

$$\gamma_1 = \alpha_1 \gamma_0 - \theta \sigma_\varepsilon^2, \text{ για } k = 1$$

$$\gamma_k = \alpha_1 \gamma_{k-1}, \text{ για } k > 1$$

Παράλληλα, οι συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης διαμορφώνονται διαιρώντας με γ_0 ως εξής:

$$\rho_0 = 1$$

$$\rho_1 = \alpha_1 - \frac{\theta \sigma_\varepsilon^2}{\gamma_0}$$

$$\rho_k = \alpha_1 \rho_{k-1}, \text{ για } k > 1$$

Αξιοσημείωτο θεωρείται το γεγονός πως οι πρώτοι συντελεστές μερικής αυτοσυσχέτισης για $k = p$ ταυτίζονται με τους συντελεστές αυτοσυσχέτισης, ενώ όσον αφορά τους επόμενους φθίνουν γεωμετρικά ως εξής :

$$\alpha_{11} = \rho_1$$

$$\alpha_{22} = \frac{\rho_1(\alpha_1 - \rho_1)}{(1 - \rho_1^2)}$$

Η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης για τη διαδικασία $ARMA(1,1)$ φθίνει γεωμετρικά καθώς αυξάνεται το k , γεγονός που φανερώνει την κοινή συμπεριφορά με τη συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης της $MA(1)$. Επίσης, σημειώνεται πως η μείωση ξεκινάει από το ρ_1 και όχι από την μοναδα όπως στη περίπτωση του $AR(1)$.

Πρόβλεψη Μέσω Αυτοπαλίνδρομου Υποδείγματος Κινητού Μέσου (ARMA)

Σε παρόμοια κατεύθυνση και συνδυαστικά των δύο υποδειγμάτων $AR(p)$ και $MA(q)$ θα αναλυθεί στη συνέχεια η προσπάθεια πρόβλεψης μιας και πολλών περιόδων μέσω της βοήθειας ενός μεικτού υποδείγματος $ARMA(p, q)$.

Πρόβλεψη Μιας Περιόδου

Για ένα υπόδειγμα $ARMA(p, q)$, όπου η χρονική στιγμή πρόβλεψης είναι $t = h$ για εκτίμηση της χρονοσειράς x_t σε $T = 1$ περιόδου μετά, το υπόδειγμα λαμβάνει τη μορφή:

$$x_{h+1} = \delta + \alpha_1 x_h + \alpha_2 x_{h-1} + \dots + \alpha_p x_{h-p+1} + \varepsilon_{h+1} \\ - \vartheta_1 \varepsilon_h - \vartheta_2 \varepsilon_{h-1} - \dots - \vartheta_q \varepsilon_{h-q+1}$$

Η εκτιμώμενη τιμή πρόβλεψης θα είναι:

$$\hat{\chi}_h(1) = E(x_{h+1}|x_h, x_{h-1}, \dots) = \delta + \sum_{k=1}^p \alpha_k x_{h+1-k} - \sum_{k=1}^q \vartheta_k \varepsilon_{h+1-k}$$

Και με αντίστοιχο σφάλμα της πρόβλεψης:

$$\hat{\varepsilon}_h(1) = x_{h+1} - \hat{\chi}_h(1) = \varepsilon_{h+1}$$

Η διακύμανση του σφάλματος με βάση ιδιοτήτων θα είναι σταθερή και ίση με:

$$V_{ar}[\hat{\varepsilon}_h(1)] = \sigma_\varepsilon^2$$

Πρόβλεψη Πολλών Περιόδων:

Για ένα υπόδειγμα $ARMA(p, q)$, όπου η χρονική στιγμή πρόβλεψης είναι $t = h$ για εκτίμηση της χρονοσειράς x_t σε T περιόδου μετά, η εκτιμώμενη τιμή πρόβλεψης του υποδείγματος θα είναι:

$$\hat{\chi}_h(T) = E(x_{h+T}|x_h, x_{h-1}, \dots) = \delta + \sum_{k=1}^p \alpha_k \hat{\chi}_h(1-k) - \sum_{k=1}^q \vartheta_k \varepsilon_h(1-k)$$

όπου $\hat{\chi}_h(1-k) = x_{h+1-k}$ για $1-k \leq 0$ και $\varepsilon_h(1-k) = 0$ για $1-k > 0$ και $\varepsilon_h(1-k) = \varepsilon_{h+1-k}$ για $1-k \leq 0$.

Το σφάλμα της πρόβλεψης θα είναι:

$$\hat{\varepsilon}_h(1) = x_{h+1} - \hat{\chi}_h(1)$$

3.4.4 Μεικτά Ολοκληρωμένα Υποδείγματα (ARIMA)

Στο πρώτο μεικτό μοντέλο γίνεται η παραδοχή της στασιμότητας, όπου σπανίως οι χρονοσειρές διαθέτουν. Μια τροποποιημένη έκδοση του υποδείγματος $ARMA(p, q)$ προτάθηκε προκειμένου να γίνει η ανάλυση μη στάσιμων χρονοσειρών. Σημειώνεται πως, μη στάσιμη είναι μια σειρά χρονικών δεδομένων που εμφανίζει εποχικότητα και τάσεις ανά περιόδους. Αυτό το γεγονός, προκαλεί διαχρονική μετατόπιση είτε του μέσου όρου (μη στάσιμη ως προς το μέσο όρο) είτε της διακύμανσης της χρονοσειράς (μη στάσιμη ως προς τη διακύμανση). Στη δεύτερη περίπτωση, όπου η χρονοσειρά

καλείται μη στάσιμη σειρά ως προς τη διακύμανση, σύμφωνα με τους Box και Jenkins συνίσταται η χρήση της μεθόδου των προς τα πίσω διαφορών (*differencing*). Με άλλα λόγια, όταν αποδειχθεί πως μια χρονοσειρά x_t δεν είναι στάσιμη τότε ακολουθώντας τις ενέργειες με τις προς τα πίσω διαφορές ($x_t - x_{t-1}$), μετατρέπουν και δημιουργούν αυτόματα την νέα χρονοσειρά (z_t), σε στάσιμη. Επομένως, ισχύει:

$$z_t = x_t - x_{t-1} = (1 - \lambda)^d x_t$$

Όταν η σειρά μετατραπεί σε στάσιμη, δηλαδή $z_t = \varepsilon_t$ μόνο ύστερα από τις πρώτες διαφορές ($d = 1$), τότε η σειρά καλείται ολοκληρωμένη πρώτης τάξης και συμβολίζεται $I(1)$. Σε διαδοχικά επαναλαμβανόμενες ενέργειες πρώτων διαφορών ίσες με d φορές, το υπόδειγμα ονομάζεται αυτοπαλίνδρομο ολοκληρωμένο υπόδειγμα κινητού μέσου (*Autoregressive Integrated Moving Average Model*) τάξης (p, d, q) και συμβολίζεται ως $ARIMA(p, d, q)$ με μορφή:

$$A(\lambda)(1 - \lambda)^d x_t = \delta + \theta(L)\varepsilon_t$$

όπου $A(\lambda) = 1 - \alpha_1\lambda - \alpha_2\lambda^2 - \dots - \alpha_p\lambda^p$ και $\theta(L) = 1 - \vartheta_1L - \vartheta_2L^2 - \dots - \vartheta_qL^q$.

Μεθοδολογία Box & Jenkins

Η μεθοδολογία Box & Jenkins περιγράφει τη διαδικασία κατασκευής ενός $ARIMA$ υποδείγματος περιλαμβανομένων τεσσάρων σταδίων (Damodar Gujarati, 2017):

1. Ταυτοποίηση

Με τον όρο ταυτοποίηση νοείται ο καθορισμός των τάξεων του υποδείγματος $ARIMA(p, d, q)$. Η διαδικασία αρχίζει με τον προσδιορισμό του αριθμού (d) των απαιτούμενων μετασχηματισμών μέσω των διαφορών προς τα πίσω, ώστε η χρονοσειρά θα θεωρηθεί στάσιμη. Έπειτα, μέσω της νέας χτισμένης χρονοσειράς καθορίζονται οι τάξεις p και q των AR και MA υποδειγμάτων, αντίστοιχα. Δεδομένου ενός δειγματικού μεγέθους του πληθυσμού των δεδομένων, σχηματίζονται οι συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης όπου αποτελούν τα δύο βασικά εργαλεία για τον προσδιορισμό των τάξεων p και q . Επισημαίνεται πως η μηδενική ένδειξη στις δειγματικές συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης δηλώνει την στασιμότητα. Αντίθετα, όταν εκείνες φθίνουν με αργό ρυθμό προς το μηδέν, τότε η χρονοσειρά θεωρείται μη στάσιμη.

2. Εκτίμηση

Η εκτίμηση αφορά την εύρεση των παραμέτρων της χρονοσειράς για τις διαδικασίες $AR(p)$ με p ($\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$) τάξης και $MA(q)$ με q ($\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$) τάξης. Εφόσον η χρονοσειρά χαρακτηρίζεται από γραμμικότητα και στασιμότητα, δηλαδή χαρακτηριστικά ενός αυτοπαλίνδρομου μοντέλου, τότε θα χρησιμοποιηθούν γραμμικές μέθοδοι ελάχιστων τετραγώνων για την εκτίμηση των παραμέτρων. Αντίθετα, εάν η χρονοσειρά περιέχει όρους κινητού μέσου, τότε η εκτίμηση των συντελεστών θα γίνει μέσω με μη γραμμικών μεθόδων όπως της μέγιστης πιθανοφάνειας.

3. Διαγνωστικός Έλεγχος

Ως συνέχεια της παραπάνω διαδικασίας είναι ο διαγνωστικός έλεγχος που αφορά την επιβεβαίωση χρήσης του βέλτιστου υποδείγματος $ARIMA$. Με τον όρο βέλτιστο υπόδειγμα νοείται η σωστή προσαρμογή του μοντέλου που επιλέχθηκε με τα δεδομένα του δείγματος και η επαρκής ανάλυση τους μέσω αυτού. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως είναι αρκετά πιθανό κάποιο άλλο μοντέλο να εξηγεί καλύτερα τα δεδομένα από το επιλεγμένο. Η διαδικασία του διαγνωστικού ελέγχου περιέχει το στατιστικό έλεγχο $[Q(H)]$ για τη σημαντικότητα των συντελεστών ($\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ και $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$), τον έλεγχο συμπεριφοράς των κατάλοιπων, τη τάξη του υποδείγματος (p, d, q), καθώς και τα πληροφοριακά κριτήρια επιλογής υποδείγματος. Εάν αποδειχθεί πως η συνάρτηση κατάλοιπων συμπεριφέρεται ως διαδικασία λευκού θορύβου (μηδενική αυτοσυσχέτιση), τότε η ένδειξη αυτή καθιστά το εκτιμημένο υπόδειγμα $ARMA(p, d, q)$ ικανό να αναλύσει όντως, επαρκώς με τα δεδομένα του δείγματος. Συμπερασματικά, η μεθοδολογία Box & Jenkins είναι μια επαναληπτική διαδικασία.

4. Πρόβλεψη

Το τελευταίο στάδιο της διαδικασίας έχει να κάνει με το κομμάτι της πρόβλεψης και αξιολόγησής της. Η πρόβλεψη μελλοντικών δεδομένων της χρονοσειράς γίνεται με τη χρήση του επιβεβαιωμένα καταλληλότερου υποδείγματος $ARMA(p, d, q)$, ενώ με την αξιολόγηση της ολοκληρώνεται η διαδικασία Box – Jenkins. Τα εργαλεία αξιολόγησης αφορούν διάφορους σημαντικούς συντελεστές όπως το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (*Mean Square Error* ή *MSE*), τη ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (*Root Mean Square Error* ή *RMSE*) και το μέσο απόλυτο σφάλμα (*Mean Absolute Error* ή *MAE*).

Επισημαίνεται πως όσο μικρότερο το σφάλμα, τόσο μεγαλύτερη η ακρίβεια της πρόβλεψης.

Τα παραπάνω οικονομετρικά μοντέλα αποτελούν συνδυαστικά τη βάση δημιουργίας ενός ικανού μοντέλου πρόβλεψης χρηματοοικονομικών μεταβλητών όπως είναι οι τιμές των μετοχών, οι συναλλαγματικές ισοτιμίες, ο πληθωρισμός και το ΑΕΠ μιας χώρας. Η σημασία τόσο της κατανόησης όσο και της εκτέλεσης τους είναι ιδιαίτερη καθώς η σταδιακή εξέλιξη των ιδίων με τη χρήση στατιστικών εργαλείων απλοποιούν τις υπάρχουσες συνθήκες των χρονοσειρών προκειμένου να τις κάνουν εύκολες να αναλυθούν. Επομένως, για αποτέλεσμα μιας στάσιμης χρονοσειράς είναι εφικτή η υποδειματοποίηση και κατ' επέκταση η πρόβλεψη της. Πάραυτα, υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις που τα εν λόγω υποδείγματα δεν αρκούν για να εξαλείψουν τυχόν μεταβλητότητες στις εξεταζόμενες χρονοσειρές και για αυτό το λόγο απαιτούνται επιπλέον οικονομετρικά εργαλεία.

3.5 Υποδείγματα Μελέτης Ετεροσκεδαστικότητας

Είναι σύνηθες σε ορισμένες χρονικές περιόδους να παρατηρείται αυξημένη επικινδυνότητα έναντι άλλων περιόδων. Με άλλα λόγια, η αναμενόμενη τιμή του μεγέθους του σφάλματος σε κάποιες χρονικές στιγμές είναι μεγαλύτερη, πράγμα που δηλώνει την αστάθεια της διακύμανσης των κατάλοιπων και συνεπώς, την αστάθεια της τυπικής απόκλισης. Αυτό ως γεγονός, ορίζεται με την έννοια της ετεροσκεδαστικότητας (Engle, 2001). Σε αυτήν την περίπτωση, το βασικό ζήτημα είναι η διακύμανση του σφάλματος και τι ακριβώς τη καθιστά μεγάλη. Αυτό το πρόβλημα απασχολεί συχνά όταν πρόκειται για χρηματοοικονομικές εφαρμογές όπου ως εξαρτημένη μεταβλητή τίθεται η απόδοση ενός περιουσιακού στοιχείου ή χαρτοφυλακίου, ενώ το επίπεδο κινδύνου αυτών των αποδόσεων ταυτίζεται με τη διακύμανση της απόδοσης. Αυτές οι αυξημένης επικινδυνότητας περιόδοι δεν κατανέμονται τυχαία σε τρίμηνα ή ετήσια δεδομένα αλλά εμφανίζεται βαθμός αυτοσυσχέτισης στην επικινδυνότητα των οικονομικών αποδόσεων.

Παρατηρείται πως το πρόβλημα της αυτοσυσχέτισης έχει την τάση να εμφανίζεται στις χρονοσειρές ενώ το ζήτημα της ετεροσκεδαστικότητας στα διαστρωματικά στοιχεία. Υπάρχουν όμως αρκετές περιπτώσεις που και οι χρονοσειρές εμφανίζουν προβλήματα αστάθειας στη διακύμανση των σφαλμάτων, δηλαδή ετεροσκεδαστικότητα.

Επισημαίνεται πως η έννοια της αστάθειας στις χρηματοοικονομικές σειρές ονομάζεται μεταβλητότητα (*volatility*). Εμπειρικές παρατηρήσεις διαπιστώνουν πως πέρα από την ένδειξη προβλημάτων ετεροσκεδαστικότητας, η μεταβλητότητα του δείκτη εξαρτάται από τη μεταβλητότητα που παρατηρήθηκε στις αμέσως προηγούμενες περιόδους δημιουργώντας συστάδες μεταβλητότητας (*volatility clustering*) (Damodar Gujarati, 2017).

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν προβλήματα αστάθειας λόγω ετεροσκεδαστικότητας, ο Robert Engle, ένας Αμερικάνος οικονομολόγος, ανέπτυξε το 1983 ένα μοντέλο επιδιόρθωσης αυτών των περιπτώσεων ονομαζόμενο ως υπόδειγμα *ARCH*. Ύστερα από λίγα χρόνια, το 1986, το συγκεκριμένο υπόδειγμα γενικεύτηκε από τον Δανό οικονομολόγο Tim Bollerslev, δημιουργώντας τα γνωστά γενικευμένα αυτοπαλίνδρομα υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας υποδείγματα (*GARCH*). Τα εν λόγω υποδείγματα βασίζονται στο σχεδιασμένο μοντέλο ελαχίστων τετραγώνων της εφαρμοσμένης οικονομετρίας, καλούνται να απαντήσουν στο ερώτημα που αφορά το κατά πόσο θα αλλάξει μια μεταβλητή ως απάντηση σε μια αλλαγή κάποιας άλλης μεταβλητής. Επιπλέον, καλούνται να προβλέψουν και να αναλύσουν το μέγεθος των σφαλμάτων του μοντέλου (Engle, 2001).

Η βασική ιδέα της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων βασίζεται στην έννοια της ομοσκεδαστικότητας όπου υποθέτει πως εάν η αναμενόμενη τιμή όλων των όρων σφάλματος τετραγωνιστεί, τότε θα είναι ίδια σε οποιοδήποτε στιγμή. Σε αντίθετη περίπτωση θα κυριαρχήσουν συνθήκες ετεροσκεδαστικότητας. Τα μοντέλα *ARCH* και *GARCH* αντιμετωπίζουν την ετεροσκεδαστικότητα ως διακύμανση προς μοντελοποίηση (Engle, 2001). Στόχος είναι να παρέχουν ένα μέτρο μεταβλητότητας, όπως μια τυπική απόκλιση, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οικονομικές αποφάσεις.

3.5.1 Υποδείγματα ARCH

Έστω ένα πολλαπλό γραμμικό υπόδειγμα τάξης p ίσο με:

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{1p} + \alpha_2 x_{2p} + \dots + \alpha_p x_{pp} + \varepsilon_t$$

όπου α_0 ο σταθερός όρος, α_k οι συντελεστές συσχέτισης και διατακτικό όρο το ε_t . Ο διαταρακτικός όρος υποτίθεται ότι πρέπει να είναι μια συνάρτηση λευκού θορύβου ($\varepsilon_t = z_t$) με $E(z_t) = 0$ και $Var(z_t) = \sigma^2 = 1$. Πρακτικά, η z_t υποτίθεται πως ακολουθεί μια τυποποιημένη κανονική κατανομή ή μια τυποποιημένη Student-t

κατανομή. Πολλές φορές, όμως, η διακύμανση του σφάλματος (ε_t) δεν είναι σταθερή ακολουθώντας μια αυτοπαλίνδρομη διαδικασία. Με άλλα λόγια, οι διατακτικοί όροι του υποδείγματος $ARCH(m)$ είναι σειριακά ασυσχέτιστοι αλλά εξαρτώνται από το πόσο εύκολα μεταβάλλονται οι προηγούμενες τιμές που έλαβαν στο παρελθόν. Επομένως, εμφανίζονται χαρακτηριστικά ετεροσκεδαστικότητας. Σε μαθηματική διατύπωση το υπόδειγμα $ARCH(m)$ παίρνει τη μορφή:

$$\varepsilon_t = z_t \sqrt{\sigma_t^2} \quad \text{ή} \quad \varepsilon_t = z_t \sigma_t$$

όπου η υπό συνθήκη διακύμανση είναι μια συνάρτηση του συνόλου των τετραγώνων των κατάλοιπων της χρονοσειράς:

$$\sigma_t^2 = \varphi_0 + \sum_{k=1}^m \varphi_k \varepsilon_{t-k}^2$$

Για να θεωρηθεί η υπό συνθήκη διακύμανση θετική και πεπερασμένη πρέπει να ισχύει $\varphi_0 > 0$ και $\varphi_k \geq 0$, για $k = 1, 2, \dots, m$. Συμπερασματικά, εάν ο συντελεστής $\varphi_k = 0$, η διακύμανση είναι σταθερή και ίση με φ_0 . Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή για $\varphi_k \neq 0$, τότε η διακύμανση είναι ασταθής με χαρακτηριστικά ετεροσκεδαστικότητας.

Υπόδειγμα ARCH(1)

Έστω μια χρονοσειρά x_t , όπου ακολουθεί ένα υπόδειγμα:

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.19)$$

με το διατακτικό όρο να ακολουθεί ένα αυτοπαλίνδρομο υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας υπόδειγμα πρώτης τάξης ($m = 1$), δηλαδή:

$$\varepsilon_t = z_t \sqrt{\sigma_t^2} \quad (3.20)$$

όπου:

$$\varepsilon_t^2 = \varphi_0 + \varphi_1 \varepsilon_{t-1}^2 + e_t, \quad (3.21)$$

με $E(\varepsilon_t | \varepsilon_{t-1}) = 0$ και $e_t \sim N(0, \sigma^2)$. Παράλληλα, η υπό συνθήκη διακύμανση ορίζεται ως εξής:

$$\sigma_t^2 = \varphi_0 + \varphi_1 \varepsilon_{t-1}^2 \quad (3.22)$$

όπου επιβάλλεται $\varphi_0 > 0$ και $\varphi_1 \geq 0$. Γνωρίζοντας πως η άνευ συνθήκη αναμενόμενης τιμής του ε_t θα παραμείνει μηδενική, ισχύει:

$$E(\varepsilon_t) = E[E(\varepsilon_t|I_{t-1})] = E[E(z_t)\sigma_t] = 0$$

Ενώ η άνευ συνθήκη διακύμανσης του x_t (Εξίσωση 3.19) καθορίζεται από την αντικατάσταση της σ_t^2 (Εξίσωση 3.22) στο υπόδειγμα του ARCH (Εξίσωση 3.20) υψώνοντας στο τετράγωνο:

$$\varepsilon_t^2 = z_t^2(\varphi_0 + \varphi_1\varepsilon_{t-1}^2) \quad (3.23)$$

Άρα, διαμορφώνεται η άνευ συνθήκη διακύμανση παίρνοντας τις αναμενόμενες τιμές της Εξίσωσης 3.23 ως εξής:

$$\sigma^2(x_t) = V_{ar}(x_t) = E(\varepsilon_t^2) = E(z_t^2)E(\varphi_0 + \varphi_1\varepsilon_{t-1}^2) = \varphi_0 + \varphi_1E(\varepsilon_{t-1}^2)$$

Γνωρίζοντας πως η ε_t καθίσταται στάσιμη με μηδενικό μέσο όρο, εφόσον $E(\varepsilon_t) = 0$, και σταθερή διακύμανση ίση με $v_{ar}(x_t) = v_{ar}(x_{t-1}) = E(\varepsilon_{t-1}^2)$, διαμορφώνεται η διακύμανση των σφαλμάτων της χρονοσειράς από:

$$\sigma^2(x_t) = V_{ar}(x_t) = \varphi_0 + \varphi_1V_{ar}(x_{t-1}) = \varphi_0 + \varphi_1V_{ar}(x_t)$$

Κάνοντας όλες τις απαραίτητες πράξεις λύνοντας ως προς $V_{ar}(x_t)$ προκύπτει:

$$v_{ar}(x_t) = \varphi_0 + \varphi_1v_{ar}(x_t) \quad \text{ή} \quad v_{ar}(x_t) = \frac{\varphi_0}{1-\varphi_1} \quad (3.24)$$

με περιορισμό παρονομαστή $0 \leq \varphi_1 < 1$.

Υπόδειγμα ARCH(m)

Παρόμοια, για ένα υπόδειγμα με το διατακτικό όρο να ακολουθεί ένα αυτοπαλίνδρομο υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας υπόδειγμα ARCH(m), σχηματίζεται η μορφή:

$$\varepsilon_t = z_t \sqrt{\sigma_t^2}$$

όπου:

$$\varepsilon_t^2 = \varphi_0 + \varphi_1\varepsilon_{t-1}^2 + \varphi_2\varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \varphi_m\varepsilon_{t-m}^2 + e_t$$

με $E(\varepsilon_t|\varepsilon_{t-1}, \dots) = 0$ και $e_t \sim N(0, \sigma^2)$. Η υπό συνθήκη διακύμανση στη γενικευμένη μορφή του υποδείγματος ορίζεται:

$$\sigma_t^2 = \varphi_0 + \varphi_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \varphi_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \varphi_m \varepsilon_{t-m}^2$$

όπου πρέπει $\varphi_0 > 0$ και $\varphi_k \geq 0$ για $k = 1, 2, \dots, m$ προκειμένου να υπάρχει θετική διακύμανση και πεπερασμένη. Τέλος, η άνευ συνθήκης διακύμανση των σφαλμάτων ορίζεται ως:

$$\sigma^2(x_t) = Var(x_t) = \varphi_0 + \sum_{k=1}^m \varphi_k Var(x_{t-k})$$

ή

$$var(x_t) = \frac{\varphi_0}{1 - \varphi_1 - \varphi_2 - \dots - \varphi_m}$$

με περιορισμό παρονομαστή $0 \leq \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_m < 1$.

Έλεγχος Ύπαρξης Υποδειγμάτων ARCH(m)

Ο έλεγχος ύπαρξης αυτοπαλίνδρομου υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας υποδείγματος [ARCH(m)] σε μια χρονοσειρά ξεκινά από τη ανάλυση της μέσω του αυτοπαλίνδρομου υποδείγματος κινητού μέσου (ARMA) τάξεων p, q για τα αντίστοιχα υποδείγματα. Μέσω αυτής της διαδικασίας εκτιμάται το αρχικό μοντέλο με τον παράλληλο υπολογισμό των κατάλοιπων του υποδείγματος με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων. Στη συνέχεια, η σειρά των τετραγώνων των κατάλοιπων $\hat{\varepsilon}_t^2$ χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της υπο συνθηκης ετεροσκεδαστικότητας. Επισημαίνεται πως τα $\hat{\varepsilon}_t = x_t - \hat{\mu}_t$, αποτελούν τα εκτιμώμενα κατάλοιπα των ARMA(p, q) υποδειγμάτων. Ταυτόχρονα, υπολογίζεται το υπόδειγμα:

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = \varphi_0 + \sum_{k=1}^m \varphi_k \varepsilon_{t-k}^2 + e_t, \text{ με } t = m + 1, \dots, n \quad (3.25)$$

όπου e_t , το σφάλμα εκτίμησης, $m \geq 1$, είναι ένα προεπιλεγμενος αριθμος υστερησεων με $k = 1, 2, \dots, m$, και το n το μέγεθος του δείγματος. Τέλος, πραγματοποιείται έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης για:

$$H_0: \varphi_1 = \varphi_2 = \dots = \varphi_m = 0$$

ή

$$H_1: \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_m \neq 0$$

Η διαδικασία είναι εφικτό να εκτελεστεί είτε με το γνωστό κριτήριο F, είτε με τον έλεγχο Lagrange Multiplier (LM), όπου $LM = nR^2$ με R^2 ο συντελεστής προσδιορισμού της παλινδρόμησης (Εξίσωση 3.25). Επιλέγοντας τον έλεγχο με LM,

ισχύει πως η LM ακολουθεί κατανομή X^2 με βαθμό ελευθέριας m (Αγιακόγλου, 2004). Εφόσον η τιμή του γινόμενου (nR^2) είναι μικρότερη από εκείνη της κριτικής τιμής της κατανομής, δηλαδή $LM < X_{m,\varphi_m}^2$, τότε γίνεται αποδοχή της υπόθεσης H_0 , η οποία υποστηρίζει την ύπαρξη ομοσκεδαστικότητας. Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή εάν $LM > X_{m,\varphi_m}^2$, τότε η υπόθεση H_0 απορρίπτεται και επομένως, υπάρχει υπόδειγμα $ARCH(m)$.

Ο καθορισμός της τάξης ενός $ARCH(m)$ υποδείγματος πραγματοποιείται με την ίδια διαδικασία των υποδειγμάτων $ARIMA(p, d, q)$ ελαχιστοποιώντας τη τιμή των πληροφοριακών κριτηρίων.

Πρόβλεψη Μελλοντικών Περιόδων μέσω Υποδειγμάτων $ARCH(m)$

Έστω ένα υπόδειγμα $ARCH(m)$ με $m \geq 1$ η τάξη του. Η πρόβλεψη εκτιμάται τη χρονική στιγμή $t = h$, με σκοπό να προσδιορίσει τη μελλοντική χρονική στιγμή μιας περιόδου, x_{h+1} . Επομένως, για πρόβλεψη μιας περιόδου ($T = 1$) ισχύει:

$$\hat{\sigma}_h^2(1) = \varphi_0 + \varphi_1 \varepsilon_h^2 + \varphi_2 \varepsilon_{h-1}^2 + \dots + \varphi_m \varepsilon_{h-m+1}^2 = \sigma_{h+1}^2$$

Ενώ η πρόβλεψη μιας επιπλέον περιόδου του $\hat{\sigma}_{h+1}^2$ θα είναι:

$$\hat{\sigma}_{h+1}^2(1) = \varphi_0 + \sum_{k=1}^m \varphi_k \sigma_h^2(1-k)$$

με $\sigma_{h+1}^2(1-k) = \varepsilon_{h+1-k}^2$, αν το $1-k \leq 0$.

3.5.2 Υποδείγματα GARCH

Η αρχική έκδοση του μοντέλου $ARCH$ που προτείνει ο Engle (1982) θεωρεί τη μεταβαλλόμενη διακύμανση ως συνάρτηση των σφαλμάτων πρόβλεψης ε_t που έγιναν σε προηγούμενες περιόδους αφήνοντας την άνευ συνθήκη διακύμανση σταθερή. Συμπερασματικά, η υπό συνθήκη διακύμανση εξαρτάται αποκλειστικά από τα τετραγωνικά υπολειμματικά κατάλοιπα ως εξής:

$$\sigma_t^2 = \varphi_0 + \varphi_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \varphi_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \varphi_m \varepsilon_{t-m}^2, \text{ για } \varphi_0 > 0 \text{ και } \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m \geq 0$$

Έτσι, το μοντέλο εκτιμά τη διακύμανση ως κινούμενο μέσο όρο m προηγούμενων τετραγωνικών σφαλμάτων πρόβλεψης. Αυτός είναι ο λόγος που καλείται ως «Μοντέλο Καθυστέρησης m Τάξης» ή απλά $ARCH(m)$.

Ο κύριος περιορισμός του μοντέλου *ARCH* είναι ότι οι εμπειρικές του εφαρμογές απαιτούσαν συχνά μεγάλο αριθμό καθυστερήσεων, καθιστώντας το μοντέλο όχι πολύ ευέλικτο. Η γενίκευση που εισήγαγε ο Bollersen το 1986 (*GARCH*), αντίθετα, το έκανε πιο ευέλικτο και ικανό να αποκτήσει τον ίδιο βαθμό ακρίβειας επιτρέποντας στην υπό συνθήκη διακύμανση να εμφανίζεται στο υπόδειγμα με χρονικές καθυστερήσεις ($\sigma_{t-1}^2, \sigma_{t-2}^2, \dots, \sigma_{t-s}^2$) (Sironi, 2007). Η αναλυτική του διατύπωση έχει ως εξής:

$$\varepsilon_t = \sigma_t z_t \quad (3.26)$$

όπου:

$$\sigma_t^2 = \varphi_0 + \varphi_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \varphi_m \varepsilon_{t-m}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_s \sigma_{t-s}^2 \quad (3.27)$$

με $\varphi_0 > 0$ και $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_s \geq 0$. Όπως και στα *ARCH*(*m*) υποδείγματα, η z_t είναι μια τυχαία μεταβλητή η οποία είναι ανεξάρτητη και ταυτοτικά κατανομημένη με μηδενική αναμενόμενη τιμή και μοναδιαία διακύμανση. Επισημαίνεται πως εάν $\sum_{k=1}^m \varphi_k + \sum_{k=1}^s \beta_k < 1$, τότε η σειρά ε_t έχει σταθερή διακύμανση και επομένως, είναι στάσιμη με άνευ συνθήκη διακύμανση να ισούται:

$$\sigma^2(x_t) = Var(x_t) = \frac{\varphi_0}{1 - \sum_{k=1}^m \varphi_k - \sum_{k=1}^s \beta_k} = E(\varepsilon_t^2) \quad (3.28)$$

Η υπό όρους διακύμανση μοντελοποιείται εισάγοντας όχι μόνο καθυστερήσεις σφάλματος πρόβλεψης *m*, αλλά και καθυστερήσεις *s* που σχετίζονται με προηγούμενες τιμές διακύμανσης, εξού και το όνομα *GARCH*(*m, s*). Διαπιστώνεται, επομένως, πως η υπό όρους διακύμανση εξαρτάται και από τις ιστορικές της αξίες. Οι πρώτες, επιδιώκουν την αποτύπωση των βραχυπρόθεσμων επιπτώσεων στην εξαρτημένη μεταβλητή ενώ οι δεύτερες αποσκοπούν στη καταγραφή μακροπρόθεσμων επιπτώσεων σε εκείνη. Επισημαίνεται πως η διαδικασία ελέγχου ύπαρξης υποδείγματος *GARCH*(*m, s*) ακολουθεί τα ίδια βήματα με τη περίπτωση ελέγχου ύπαρξης *ARCH*(*m*).

Υπόδειγμα *GARCH*(1,1)

Η πλειονότητα των εφαρμογών του μοντέλου *GARCH* βασίζεται στην έκδοση *GARCH*(1,1), η οποία λαμβάνει υπόψιν μόνο το τελευταίο σφάλμα και την τιμή διακύμανσης στη προηγούμενη περίοδο. Αναλυτικά:

$$\sigma_t^2 = \varphi_0 + \varphi_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

όπου πρέπει να ισχύουν οι συνθήκες $0 \leq \varphi_1, 0 \leq \beta_1$ και $\varphi_1 + \beta_1 < 1$. Εάν $\varphi_1 + \beta_1 < 1$, τότε η ε_t θα είναι στάσιμη και η άνευ συνθήκη διακύμανση της χρονοσειράς θα σχηματιστεί από:

$$\sigma^2(x_t) = Var(x_t) = \frac{\varphi_0}{1 - \varphi_1 - \beta_1} = E(\varepsilon_t^2)$$

Πρόβλεψη Υποδείγματος GARCH Μιας Περιόδου

Έστω ένα υπόδειγμα $GARCH(m, s)$ με $m = s = 1$ οι τάξεις του. Η πρόβλεψη εκτιμάται τη χρονική στιγμή $t = h$, με σκοπό να προσδιορίσει τη μελλοντική χρονική στιγμή μιας περιόδου, x_{h+1} . Επομένως, για πρόβλεψη μιας περιόδου ($T = 1$), η εκτιμώμενη υπό συνθήκη διακύμανση παίρνει τη μορφή:

$$\hat{\sigma}_h^2(1) = \varphi_0 + \varphi_1 \varepsilon_h^2 + \beta_1 \sigma^2(x_h)$$

όπου φ_0 η σταθερά, φ_1, β_1 οι συσχετίσεις, ε_h^2 το τετραγωνικό κατάλοιπο και $\sigma^2(x_h) = Var(x_h)$ η άνευ συνθήκη διακύμανση.

Σύμφωνα με το παραπάνω, χρειάζεται να υπάρχει γνώση του προβλεπόμενου σφάλματος (ε_h^2) την χρονική στιγμή $t = h$, πράγμα που δεν ισχύει. Επομένως, είναι εύκολη μια αντικατάσταση του ε_h^2 με την αναμενόμενη τιμή του $E(\varepsilon_h^2) = Var(x_h) = \sigma^2(x_h)$. Αρα:

$$\hat{\sigma}_h(1) = \varphi_0 + \varphi_1 \sigma^2(x_h) + \beta_1 \sigma^2(x_h) = \varphi_0 + (\varphi_1 + \beta_1) \sigma^2(x_h)$$

Πρόβλεψη Υποδείγματος GARCH Πολλών Περιόδων

Έστω ένα υπόδειγμα $GARCH(m, s)$ με $m = s = 1$ οι τάξεις του. Η πρόβλεψη εκτιμάται τη χρονική στιγμή $t = h$, με σκοπό να προσδιορίσει τη μελλοντική χρονική στιγμή μιας περιόδου, x_{h+T} . Επομένως, για πρόβλεψη μιας περιόδου (T), η εκτιμώμενη υπό συνθήκη διακύμανση παίρνει τη μορφή:

$$\hat{\sigma}_h(T) = \varphi_0 \sum_{k=1}^{T-1} (\varphi_1 + \beta_1)^k + (\varphi_1 + \beta_1)^k \sigma^2(x_h)$$

Ωστόσο, είναι προφανές ότι τέτοιες προβλέψεις δεν περιέχουν νέες πληροφορίες σε σύγκριση με σήμερα διότι δεν λαμβάνουν υπόψη τα σφάλματα $\varepsilon_{t+1}, \varepsilon_{t+2}, \dots, \varepsilon_{t+T-1}$ που θα προκύψουν από σήμερα έως $t + T$. Ως αποτέλεσμα, η πρόβλεψη θα καταλήξει να συγκλίνει προς τη μακροπρόθεσμη διακύμανση της άνευ συνθήκη διακύμανσης της

εξίσωσης 3.5.2.3 καθώς $T \rightarrow \infty$, με ρυθμό που θα εξαρτηθεί από την τιμή του $(\varphi_1 + \beta_1)$ (Sironi, 2007).

Δεν είναι σπάνιο φαινόμενο σε περιπτώσεις ανάλυσης χρηματοοικονομικών στοιχείων να εμφανίζονται προβλήματα ετεροσκεδαστικότητας. Αυτοί οι τίτλοι όπως οι τιμές των μετοχών, χαρακτηρίζονται από ομαδοποίηση μεταβλητότητας (*Volatility Clustering*), δηλαδή από περιόδους κατά τις οποίες παρουσιάζουν μεγάλες αυξομειώσεις για αρκετό καιρό και που ύστερα ακολουθούνται από μια περίοδο σχετικής ηρεμίας. Τα αυτοπαλίνδρομα υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας υποδείγματα ή τα γενικευμένα αυτοπαλίνδρομα υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας υποδείγματα έχουν διαμορφωθεί έτσι ώστε να συλλαμβάνουν αυτή την ομαδοποίηση της μεταβλητότητας. Ως αποτέλεσμα της χρήσης αυτών των δύο εργαλείων γίνεται εφικτή η ανάλυση και πρόβλεψη των αρχικά μη στάσιμων χρονοσειρών.

3.6 Μέτρηση VaR

Το μοντέλο *VaR* προσδιορίζει τη μέγιστη δυνατή απώλεια για ένα χαρτοφυλάκιο σε προκαθορισμένο χρονικό διάστημα (μέρα, μήνας, χρόνος) και με συγκεκριμένο διάστημα εμπιστοσύνης (95% ή 99%). Η διαδικασία ξεκινά από ένα αναγνωρισμένο υπόδειγμα $ARMA(p, d, q)$ του οποίου τα σφάλματα παρουσιάζουν ετεροσκεδαστικότητα και επομένως, περιγράφονται από ένα μοντέλο $GARCH(m, s)$. Το συγκεκριμένο μοντέλο όπου κατατάσσεται στη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης, προσεγγίζει την υπό συνθήκη τυπική απόκλιση, η οποία καθίσταται το βασικό εργαλείο προσδιορισμού της μεταβλητότητας (ή αστάθειας) του υποδείγματος.

Έστω μια χρονοσειρά x_t η οποία περιγράφεται από το υπόδειγμα $ARMA(p, q)$:

$$x_t = \alpha_0 + \sum_{k=1}^p \alpha_k x_{t-k+1} - \sum_{k=1}^q \vartheta_k \varepsilon_{t-k+1}$$

με συνάρτηση κατάλοιπων που χαρακτηρίζονται από ετεροσκεδαστικότητα και επομένως, περιγράφονται από ένα μοντέλο $GARCH(m, s)$ με τη μορφή:

$$\varepsilon_t = \sigma_t z_t$$

Η z_t είναι μια τυχαία ανεξάρτητη μεταβλητή με μηδενική αναμενόμενη τιμή και μοναδιαία διακύμανση. Ταυτόχρονα, η υπό συνθήκη διακύμανση παίρνει τη μορφή:

$$\sigma_t^2 = \varphi_0 + \sum_{k=1}^m \varphi_k \varepsilon_{t-k}^2 + \sum_{k=1}^s \beta_k \sigma_{t-k}^2$$

Πρόβλεψη Μιας Περιόδου

Έστω μια χρονοσειρά που ακολουθεί ένα υπόδειγμα $ARMA(p, q)$, το οποίο εμφανίζει χαρακτηριστικά ετεροσκεδαστικότητας με μοντέλο $GARCH(m, s)$ ίσο με:

$$\varepsilon_t = \sigma_t z_t$$

Γίνεται η υπόθεση πως η χρονοσειρά αυτή ακολουθεί κανονική κατανομή $[N(\mu, \sigma_t^2)]$ και ως αποτέλεσμα, η υπό συνθήκη κατανομή της x_{t+1} δεδομένης της πληροφορίας στο χρόνο t είναι ίση με $N[\hat{x}_t(1), \hat{\sigma}_t^2(1)]$. Επομένως, η πρόβλεψη του δείκτη VaR τη χρονική περίοδο t για μια χρονική περίοδο ($T = 1$) θα διαμορφωθεί ως εξής:

$$VaR_{t+1|t} = \hat{x}_t(1) - Z \hat{\sigma}_t(1)$$

Στη πράξη, για να υπολογιστούν τις πιθανότητες που αφορούν τις τιμές τυχαίας μεταβλητής που ακολουθεί κανονική κατανομή $N(\mu, \sigma_t^2)$, χρησιμοποιείται ο πίνακας της τυποποιημένης κανονικής κατανομής $N(0,1)$. Ο πίνακας της τυποποιημένης κανονικής κατανομής, δίνει την πιθανότητα $P(Z \leq z)$, η οποία συμβολίζεται με $F(Z)$. Με άλλα λόγια, σου δίνει την πιθανότητα μια τιμή z να μην ξεπεράσει την κριτική τιμή Z . Αντίστροφα, μπορεί να εντοπιστεί και η κριτική τιμή Z όπου για δεδομένο διάστημα εμπιστοσύνης, αντιπροσωπεύει τη τιμή που δεν θα ξεπεραστεί.

Επομένως, η Z είναι η κριτική τιμή για δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης (95% ή 99%) της τυπικής κανονικής κατανομής και $\hat{\sigma}_t(1)$ είναι η πρόβλεψη της υπό συνθήκη τυπικής απόκλισης στο χρόνο $t + 1$, δεδομένης της πληροφορίας στο χρόνο t . Έχοντας καθοριστεί οι τιμές των παραμέτρων της χρονοσειράς, είναι εύκολο να προβλεφθούν τόσο η υπό συνθήκη αναμενόμενη τιμή της όσο και η διακύμανση της για $T = 1$. Παίρνοντας τις εξισώσεις εκτίμησης:

$$\hat{x}_t(1) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^p \alpha_k x_{t-k+1} - \sum_{k=1}^q \vartheta_k \varepsilon_{t-k+1}$$

$$\hat{\sigma}_t(1) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^m \varphi_k \varepsilon_{t-k}^2 + \sum_{k=1}^s \beta_k \sigma_{t-k}^2$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η μαθηματική διατύπωση του πιθανολογικού μέτρου *VaR* λαμβάνει την εξής μορφή:

$$P(VaR < L) = 1 - a$$

όπου L είναι οι πιθανές απώλειες ενός χαρτοφυλακίου, ή εναλλακτικά το z , το *VaR* δηλώνει την κριτική τιμή (Z) και τέλος, το a αποτελεί το προκαθορισμένο επιτρεπόμενο διάστημα λάθους εκτίμησης με $F(Z) = 1 - a$.

Η μέθοδος Αξίας σε Κίνδυνο αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες και εύχρηστες μεθόδους πρόβλεψης του κινδύνου. Η διαδικασία περιλαμβάνει τη γνώση των μεικτών υποδειγμάτων αλλά και των υποδειγμάτων της υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας για τον βέλτιστο προσδιορισμό μιας και μόνο τιμής. Η εν λόγω τιμή αφορά τη κριτική τιμή, η οποία καθορίζει τη μέγιστη δυνατή απώλεια κεφαλαίου. Στο σύνολο του, αντιπροσωπεύει εκείνη τη πιθανότητα να ξεπεραστεί η κριτική τιμή. Αντίστοιχα με τα μεικτά υποδείγματα, είναι εφικτή η πρόβλεψη του μελλοντικού χειρότερου σεναρίου με βάση τις γνώσεις του σήμερα μέσα από μια διαδικασία *VaR*.

3.7 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό, αναλύθηκε λεπτομερώς η μεθοδολογία που σχετίζεται με το προσδιορισμό του πιθανολογικού δείκτη της Αξίας σε Κίνδυνο (*Value at Risk*). Συγκεκριμένα, αναφέρθηκαν χαρακτηριστικά του δείκτη, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του, καθώς και οι τρεις εναλλακτικές επιλογές μεθόδων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την εύρεση του αποτελέσματος του. Στη συνέχεια, δόθηκε έμφαση στη επεξήγηση βασικών στατιστικών στοιχείων όπως οι διακυμάνσεις, οι αυτοσυνδιακυμάνσεις και οι αυτοσυσχετίσεις. Παράλληλα, διευκρινίστηκαν οι σημαντικές έννοιες των χρονοσειρών, του λευκού θορύβου, του τυχαίου περιπάτου και επιπλέον, τα χαρακτηριστικά στασιμότητας και αντιστρεψιμότητας. Τέλος, έγιναν σαφή όλα τα εμπλεκόμενα υποδείγματα των $AR(p)$, $MA(q)$, $ARMA(p, q)$, $ARIMA(p, d, q)$, $ARCH(m)$ και $GARCH(m, s)$ που συνδυαστικά φτάνουν στο προσεγγιστικά βέλτιστο αποτέλεσμα της μέτρησης κινδύνου.

3.8 Βιβλιογραφία

- Damodar Gujarati, D. P. (2017). *Οικονομετρία – Αρχές και Εφαρμογές (5η Έκδοση)*. Εκδόσεις Τζιόλα.
- Douglas C. Montgomery, C. L. (2015). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting (Second Edition)*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Enders, W. (2014). *Applied Econometric Time Series*. John Wiley & Sons.
- Engle, R. (2001). The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics. *Journal of Economic Perspectives*, σσ. 157-168.
- Holton, G. A. (2013). *Value-at-Risk – Theory and Practice (Second Edition)*.
- Pearson, T. J. (1996). *Risk Measurement – An Introduction to Value at Risk*. Ανάκτηση από researchgate:
https://www.researchgate.net/publication/23744167_Risk_Measurement_An_Introduction_to_Value_at_Risk
- Peter J. Brockwell, R. A. (2002). *Introduction to Time Series and Forecasting (Second Edition)*. Springer.
- R. H. Shumway, D. S. (2011). *Time Series Analysis and Its Applications (Third Edition)*. Springer.
- Sironi, A. R. (2007). *Risk Management and Shareholders' Value in Banking*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Stanford University. (2001, June Friday). *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Ανάκτηση από <https://plato.stanford.edu/info.html>
- Tony Merna, F. A.-T. (2008). *Corporate Risk Management (2nd Edition)*. John Wiley & Sons Ltd.
- Tsay, R. S. (2005). *Analysis of Financial Time Series (Second Edition)*. John Wiley & Sons.
- Αγγελόπουλος, Π. (2013). *Τράπεζες και Χρηματοπιστωτικό Σύστημα*. Σταμούλης.
- Αγιακλόγλου, Χ. Ν. (χ.χ.). *Time Series Analysis*. Ανάκτηση από Unipi.gr:
https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/OEP141/%CE%92%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/AF_18.pdf
- Αγιακόγλου, Χ. (2004). *Μέθοδοι Προβλέψεων και Ανάλυσης Αποφάσεων (Β' Έκδοση)*. Αθήνα: Εκδόσεις Γ. Μπένου.
- Στρατής Κουνιάς και Χρόνης Μωυσιάδης. (1995). *Θεωρία Πιθανοτήτων Τόμος 1*. Εκδόσεις Ζήτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΚΤΙΜΗΣΗ VaR ΣΕ ΜΕΤΟΧΕΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΩΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Καθώς ο κόσμος εξελίσσεται με όλο και μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού σε διάφορες ηλικιακές ομάδες να δραστηριοποιείται ενεργά σε χρηματοοικονομικά ζητήματα, η ανάγκη για επίλυση σχετικών ερωτημάτων έχει αυξηθεί κατακόρυφα. Ποιο δάνειο να επιλέξω; Που μπορώ να επενδύσω αυτή τη στιγμή τα χρήματά μου; Ποια μετοχή θα μου επιφέρει μεγαλύτερο κέρδος; Η γκάμα των επενδυτικών προϊόντων έχει ξεπεραστεί κατά πολύ εντάσσοντας όχι μόνο επενδύσεις σε μετοχές και ομόλογα αλλά και επενδύσεις όπως σε ακίνητα και ιδιωτικά κεφάλαια. Όλα τα παραπάνω έχουν ως κοινό άξονα προσέγγισης ενός επενδυτή το ρίσκο να μην επιστραφούν οι αναμενόμενες απολαβές.

Η χρήση ποσοτικών μεθόδων αποτέλεσε καθοριστικό παράγοντα λήψης αποφάσεων στον σύγχρονο επιχειρηματικό κόσμο. Η μέθοδος της Αξίας σε Κίνδυνο ή Value at Risk, καθίσταται ως η σπουδαιότερη μέθοδος επίλυσης ζητημάτων που αφορούν την αβεβαιότητα, την αστάθεια και γενικότερα, το ρίσκο μιας ή πολλών επενδύσεων. Η ανάλυση κινδύνου μετοχών αποτελεί την κατεξοχήν νούμερο ένα απασχόληση όλων των επενδυτών διαχρονικά. Η μέθοδος *VaR* επιτρέπει χρησιμοποιώντας δύο μόνο υποδείγματα, του $ARIMA(p, d, q) - GARCH(m, s)$, να προσεγγίσει μια μελλοντική τιμή των χρονοσειρών που σχηματίζονται από τα ιστορικά διαθέσιμα δεδομένα της. Ως αποτέλεσμα, διαμορφώνεται μια ποσοστιαία τιμή που αντιπροσωπεύει την εικόνα του κινδύνου στο να πάει κάτι τόσο λάθος στο μέλλον της χρονοσειράς και να μην έρθουν τα αναμενόμενα κέρδη.

Στο κεφάλαιο αυτό, θα αναλυθεί το προφίλ επτά ευρωπαϊκών αεροπορικών εταιρειών δίνοντας πληροφορίες που ταυτίζονται με τα έτη πριν και μετά το ξέσπασμα της πανδημίας. Κατόπιν, θα διαμορφωθούν τα δεδομένα με τη βοήθεια του στατιστικού εργαλείου EViews για την ανάλυση των χρονοσειρών και τον εντοπισμό του κατάλληλου $ARIMA$ υποδείγματος αλλά και της γλώσσας προγραμματισμού R για τον προσδιορισμό των υποδειγμάτων $ARCH - GARCH$. Τέλος, θα γίνει περιγραφή των υπό μελέτη δεδομένων και θα δοθούν αντίστοιχα συμπεράσματα για τις δύο περιόδους.

4.2 Περιγραφή Αεροπορικών Εταιρειών

Η ευρωπαϊκή αγορά διαθέτει μια ευρεία γκάμα από σημαντικές αερογραμμές όπου επιδιώκουν συνεχή ανάπτυξη και υγιή ανταγωνισμό μεταξύ τους στο χώρο της ευρωπαϊκής αγοράς αλλά και εκτός. Θα γίνει μία μικρή αναφορά σε επτά από τις μεγαλύτερες αεροπορικές εταιρείες της Ευρώπης, διαμορφώνοντας ένα προφίλ για την κάθε μια, καθώς και την κατάσταση που βρίσκονται εκείνες μετά την επιδοκίμασία της πανδημίας. Η έντονη διαφορά της οικονομικής ισχύς κάθε ευρωπαϊκής χώρας σε σχέση με την γεωγραφική της τοποθεσία είναι εύκολο να διακριθεί. Συγκεκριμένα, οι χώρες της βόρειας Ευρώπης φαίνεται να είναι πιο ανεπτυγμένες και με μεγαλύτερη σταθεροποίηση στην οικονομία τους από εκείνες της νότιας πλευράς. Για αυτό το λόγο, θα γίνει ανάλυση σε τέσσερις Πλήρης Εξυπηρέτησης (*Full-Service*) βόρειες ευρωπαϊκές αερογραμμές και μια νότια ενώ ταυτόχρονα, θα αναλυθούν και δύο Χαμηλού Κόστους (*Low Cost*) αερογραμμές για κάθε μια γεωγραφική περιοχή στην Ευρώπη.

Deutsche Lufthansa AG

Η πρώτη εικόνα της γερμανικής αεροπορικής εταιρείας Lufthansa ξεκίνησε το 1919, μετά το τέλος του Α' Παγκοσμίου Πολέμου. Οι αρχικές ονομασίες της αερογραμμής ήταν Deutsche Luft-Reederei (D.L.R.) ή Deutsche Aero Lloyd (DAL). Η τελική επωνυμία επήλθε το 1926, ύστερα από την συγχώνευση της με την Junkers Luftverkehr για να σχηματίσουν την Deutsche Luft Hansa, όπου στη συνέχεια κατέληξε ως Lufthansa AG. Η Lufthansa ήταν και παραμένει μια από τις σημαντικότερες αερογραμμές της Ευρώπης αλλά και παγκόσμια καθώς αποτέλεσε ιδρυτικό μέλος τόσο της Διεθνούς Ένωσης Αεροσκαφών (*International Air Traffic Association- IATA*) το 1945, όσο και της αεροπορικής συμμαχίας Star Alliance το 1997. Σήμερα, είναι η μεγαλύτερη αεροπορική εταιρεία της Γερμανίας και μια από τις κορυφαίες του κόσμου. Η έδρα της βρίσκεται στη πόλη της Κολωνίας στη Γερμανία ενώ η κύρια βάση της είναι στο Αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης.

Η αερογραμμή της Lufthansa AG συμπεριλαμβάνεται στον όμιλο με την ονομασία Lufthansa Group, όπου αποτελείται από περισσότερες από 300 θυγατρικές παγκοσμίως. Το χαρτοφυλάκιο της εταιρείας περιλαμβάνει αεροπορικές εταιρείες με μεγάλα δίκτυα, αεροπορικές εταιρείες που εξυπηρετούν δρομολόγια point-to-point,

καθώς και εταιρείες παροχής υπηρεσιών στον τομέα των αερομεταφορών. Μερικές από τις σημαντικότερες είναι η Lufthansa Cargo, η Austrian Airlines, η Swiss International Air Lines, η Brussels Airlines και η Eurowings.

Οι μετοχές της Lufthansa Group διαπραγματεύονται δημόσια σε όλα τα γερμανικά χρηματιστήρια από το 1966 με δείκτη LHA.DE και ταυτόχρονα, ηλεκτρονικά χρησιμοποιώντας το σύστημα Xetra. Το συγκεκριμένο ηλεκτρονικό σύστημα αποτελεί τρόπο διαπραγμάτευσης του Χρηματιστηρίου της Φρανκφούρτης. Αποτελούσε μετοχή του δείκτη DAX, όπου από το 1999 ο DAX απαριθμεί τις 30 μεγαλύτερες εισηγμένες επιχειρήσεις στο χρηματιστήριο της Φρανκφούρτης. Το 2020 και ύστερα από την δύσκολη εποχή για τον κλάδο της αεροπορίας λόγω του Covid-19, η Lufthansa AG έπαψε να αποτελεί μετοχή της DAX, πράγμα που επαληθεύει την δυσμενή θέση της αεροπορικής. Στη συνέχεια, παρατίθενται οικονομικές και στατιστικές πληροφορίες που αφορούν την κατάσταση της αεροπορικής εταιρείας τόσο για το έτος του 2019 όσο και για το 2022, κυρίως για λόγους σύγκρισης.

Πίνακας 4.1

Πληροφορίες Κατάστασης της Lufthansa κατά το 2019 και 2022

Deutsche Lufthansa AG

	2019	2022
Πτήσεις	1.177.315	826.379
Συνολικά Έσοδα (εκ. €)	36.424	32.770
Καθαρά Κέρδη (εκ. €)	1.213	791
Τιμή Μετοχής (€)	16,41	7,765
Μεταφορά Επιβατών (χιλ.)	145.190	101.774
Μεταφορά Φορτίου	-	-
Πληρότητα Επιβατών	82,5%	79,8%
Πληρότητα Φορτίου	61,4%	60.3%
Αριθμός Αεροσκαφών	763	710

Air France- KLM

Η εταιρεία Air-France ιδρύθηκε στις 7 Οκτωβρίου το 1933 με την συγχώνευση των Air Orient, Compagnie Générale Aeropostale, Societé Generale de Transport Aerien, Air Union και CIDNA (Compagnie Internationale de Navigation). Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, η εταιρεία κρατικοποιήθηκε και έλαβε τις διαδοχικές ονομασίες, Societé Nationale Air France και στη συνέχεια, Compagnie Nationale Air France. Τον Ιανουάριο του 1990, όλες οι αεροπορικές εταιρείες της Γαλλίας διαμόρφωσαν τον όμιλο Air France όπου αποτέλεσε ιδρυτικό μέλος της συμμαχίας SkyTeam το 2000.

Η KLM ιδρύθηκε στις 7 Οκτωβρίου του 1919, ως εθνικός αερομεταφορέας με την έδρα της στο Αμστελφείν στην Ολλανδία. Γνωστή και ως Βασιλικές Ολλανδικές Αερογραμμές, η KLM θεωρείται η παλαιότερη σταθερή ονομασία σε αεροπορική εταιρεία που λειτουργεί έως και σήμερα με το ίδιο όνομα. Στις 30 Σεπτεμβρίου του 2003, η Air France συγχωνεύτηκε με την ολλανδική KLM Royal Dutch Airlines και δημιουργήθηκε η επωνυμία Air France-KLM.

Η Air France-KLM είναι ένας όμιλος αεροπορικών εταιρειών που έχει συσταθεί σύμφωνα με το γαλλικό δίκαιο και εδρεύει στο Αεροδρόμιο Σαρλ-Ντε-Γκωλ στο Παρίσι. Η εταιρεία εξυπηρετεί πάνω από 318 παγκόσμιους προορισμούς και ταξιδεύει σε 118 διαφορετικές χώρες ενώ παράλληλα, διαθέτει τα γραφεία στο Παρίσι και στο Αμστελφείν της Ολλανδίας. Ο όμιλος Air France-KLM αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους ευρωπαϊκούς αερομεταφορείς με αρκετές θυγατρικές εταιρείες. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι Air France, Air France Cargo, HOP!, Transavia France, KLM και KLM Cargo. Οι μετοχές της Air France-KLM έχουν εισαχθεί στο χρηματιστήριο του Παρισιού με την ονομασία AF.PA και του Άμστερνταμ από τις 22 Φεβρουαρίου 1999. Από τότε έχει εισαχθεί σε αρκετά άλλα χρηματιστήρια της Ευρώπης.

Στον Πίνακα 4.2, εμφανίζονται, αντίστοιχα, όλες οι οικονομικές και στατιστικές πληροφορίες που αφορούν την κατάσταση του αεροπορικού ομίλου Air France – KLM για τα έτη των 2019 και 2022. Σκοπός είναι η οπτική σύγκριση της εικόνας του ομίλου το έτος πριν την πανδημία αλλά και μετά την μερική ή ολική αποκατάσταση αυτής της δύσκολης χρονικής περιόδου.

Πίνακας 4.2

Πληροφορίες Κατάστασης Air France - KLM κατά το 2019 και 2022

Air France- KLM

	2019	2022
Πτήσεις	-	-
Συνολικά Έσοδα (εκ. €)	27.189	26.393
Καθαρά Κέρδη (εκ. €)	290	728
Τιμή Μετοχής (€)	9,924	1,231
Μεταφορά Επιβατών (χιλ.)	104.205	83.323
Μεταφορά Φορτίου (χιλ.)	1.110	931
Πληρότητα Επιβατών	88%	84%
Πληρότητα Φορτίου	58%	52%
Αριθμός Αεροσκαφών	554	522

International Airlines Group (IAG)

Η International Consolidated Airlines Group S.A., υπό την επωνυμία International Airlines Group (IAG), ιδρύθηκε τον Ιανουάριο του 2011 ύστερα από την συγχώνευση των British Airways και Iberia με την πρώτη να διαθέτει το 55% των μετοχών της νέας εταιρείας. Πρόκειται για μια αγγλο-ισπανική πολυεθνική αεροπορική εταιρεία με έδρα τη Μαδρίτη της Ισπανίας και την παγκόσμια έδρα της στο Λονδίνο της Αγγλίας. Το χαρτοφυλάκιο της IAG περιέχει ποικίλες θυγατρικές εταιρείες από Αγγλία, Ισπανία και Ιρλανδία. Οι σημαντικότερες εξ' αυτών είναι οι British Airways, Iberia, Iberia Express, Level, IAG Cargo, BMI, Vueling και Aer Lingus. Ο όμιλος IAG είναι εισηγμένος στο Χρηματιστήριο του Λονδίνου με τον δείκτη IAG.L, αντίστοιχα. Στο Πίνακα 4.3 εμφανίζονται οι καταστάσεις του ομίλου το 2019 και το 2020.

Πίνακας 4.3

Πληροφορίες Κατάστασης IAG κατά το 2019 και 2022

International Airlines Group (IAG)

	2019	2022
Πτήσεις	-	-
Συνολικά Έσοδα (εκ. €)	25.506	23.066
Καθαρά Κέρδη (εκ. €)	1.715	431
Τιμή Μετοχής (GBX)	625	123,84
Μεταφορά Επιβατών (χιλ.)	118.000	94.726
Μεταφορά Φορτίου (χιλ. τόν.)	682	561
Πληρότητα Επιβατών	84,6%	81,8%
Πληρότητα Φορτίου	-	-
Αριθμός Αεροσκαφών	598	558

SAS Group

Η Scandinavian Airlines System γνωστή ως SAS, ιδρύθηκε το 1946 ως κοινοπραξία για τη συγκέντρωση των υπερατλαντικών πτήσεων της σουηδικής αεροπορικής εταιρείας Svensk Interkontinental Lufttrafik, της νορβηγικής Det Norske Luftfartselskap και της δανικής Det Danske Luftfartselskab. Δύο χρόνια αργότερα συνεργάστηκαν για την κάλυψη τόσο ευρωπαϊκών όσο και εγχώριων πτήσεων. Στη συνέχεια και ύστερα από αυτή την επιτυχή συνεργασία, οι εν λόγω εταιρείες συγχωνεύτηκαν και δημιούργησαν την αεροπορική εταιρεία γνωστή έως σήμερα με την επωνυμία SAS.

Η αεροπορική εταιρεία Scandinavian Airlines System (SAS) συμπεριλαμβάνεται στον όμιλο SAS Group και είναι ο εθνικός αερομεταφορέας της Δανίας, της Νορβηγίας και της Σουηδίας, δηλαδή τριών σκανδιναβικών χωρών εξού και η επωνυμία. Η έδρα της εταιρείας βρίσκεται στην Σόλνα της Σουηδίας ενώ ο κύριος κόμβος της είναι το Διεθνές

Αεροδρόμιο Αρλάντα. Στο χαρτοφυλάκιο της η SAS Group περιλαμβάνει τη SAS Cargo όπου είναι μια ανεξάρτητη θυγατρική με έδρα της το Αεροδρόμιο της Κοπεγχάγης, τις αεροπορικές εταιρείες Scandinavian Airlines και Scandinavian Airlines Ireland, την SAS Ground Handling, τη SAS Technical Services καθώς και σημαντικό μερίδιο της Air Greenland. Αξίζει να αναφερθεί, πως το 1997 η SAS αποτέλεσε ιδρυτικό μέλος της Star Alliance μαζί με αρκετές κορυφαίες σύγχρονες αεροπορικές εταιρείες.

Ο Όμιλος SAS σήμερα ανήκει εν μέρει στις κυβερνήσεις της Σουηδίας και της Δανίας ενώ το υπόλοιπο κατέχεται από ιδιώτες μετόχους. Η εταιρεία είναι εισηγμένη στο Χρηματιστήριο του Όσλο, στο Χρηματιστήριο της Στοκχόλμης και στο Χρηματιστήριο της Κοπεγχάγης. Στον Πίνακα 4.4 καταγράφονται όλες οι οικονομικές και στατιστικές καταστάσεις της αεροπορικής εταιρείας SAS αντίστοιχα με τις προηγούμενες αεροπορικές εταιρείες με σκοπό μια καλύτερα ολοκληρωμένη εικόνα του προφίλ της.

Πίνακας 4.4

Πληροφορίες Κατάστασης SAS κατά το 2019 και 2022

SAS Group		
	2019	2022
Πτήσεις	298.000	191.000
Συνολικά Έσοδα (εκ. SEK)	46.737	31.800
Καθαρά Κέρδη (εκ. SEK)	621	-7.048
Τιμή Μετοχής (SEK)	15,27	0,4594
Μεταφορά Επιβατών (χιλ.)	30.000	17.900
Μεταφορά Φορτίου (χιλ.)	111.000	-
Πληρότητα Επιβατών	75,5%	70,7%
Πληρότητα Φορτίου	68,4%	-
Αριθμός Αεροσκαφών	158	134

Ryanair

Η Ryanair είναι μια ιρλανδική αεροπορική εταιρεία χαμηλού κόστους όπου ιδρύθηκε το 1985 από τους Christopher Ryan, Liam Lonergan και τον Ιρλανδό επιχειρηματία Tony Ryan υπό την επωνυμία "Danren Enterprises". Κατόπιν μετονομάστηκε στη γνωστή Ryanair από τον Ιρλανδό επιχειρηματία. Οι επιχειρηματικές βάσεις της εταιρείας είναι ο αερολιμένας του Δουβλίνου και ο Stansted του Λονδίνου.

Η Ryanair άρχισε τη λειτουργία της με ένα 15θέσιο Embraer EMB 110 Bandeirante ελικοφόρο αεροπλάνο από το Γουότερφορντ στο Γκάτγουικ, με στόχο το σπάσιμο του διπλού μονοπωλίου στις πτήσεις Λονδίνο-Ιρλανδία που τότε κατείχαν οι British Airways και Aer Lingus. Από την ίδρυση της, η Ryanair εξελίχθηκε από μια μικρή αεροπορική εταιρεία που πραγματοποιούσε μια μικρή διαδρομή στη μεγαλύτερη της Ευρώπης.

Στα πρώτα χρόνια λειτουργίας υπήρχαν ζημίες στα οικονομικά της στοιχεία και μέχρι το 1991 υπήρχε ανάγκη αναδιοργάνωσης. Επομένως, ο Michael O'Leary, διευθύνων σύμβουλος της εταιρείας, αποφάσισε ότι το κλειδί ήταν τα χαμηλού κόστους εισιτήρια, οι γρήγορες επιστροφές των αεροσκαφών για να κάνουν περισσότερα δρομολόγια, οι μίνιμουμ υπηρεσίες, η απουσία business class, και λειτουργία ενός μόνο τύπου αεροσκάφους. Μετά την είσοδο της στο χρηματιστήριο του το 1997, τα κερδισμένα χρήματα χρησιμοποιήθηκαν για την επέκταση της εταιρείας σε πανευρωπαϊκό πάροχο. Η ραγδαία προσθήκη νέων δρομολογίων και προορισμών επέτρεψε την αύξηση του αριθμού των επιβατών και κατέταξε τη Ryanair μεταξύ των μεγαλύτερων αεροπορικών εταιριών στα δρομολόγια στην Ευρώπη.

Η αεροπορική εταιρεία κατέχει σημαντικά περιουσιακά στοιχεία στο χαρτοφυλάκιο της με επικρατέστερες θυγατρικές τις Malta Air, Lauda Europe, Buzz, Ryanair UK, Fly by Coach Sweden AB, Ryanair.com Limited, Aviation Insurance Limited, Laudamotion και Coincide Limited. Η μετοχή του Ομίλου της Ryanair διαπραγματευόταν ως και την εποχή του Brexit στα χρηματιστήρια στο Euronext Dublin με ονομασία RYA, στον Nasdaq των ΗΠΑ ως RYAAAY αλλά και στο Λονδίνο. Με απόφαση του Michael O'Leary που αφορούσε την κίνηση Brexit του Ηνωμένου Βασιλείου, αιτήθηκε την διαγραφή της μετοχής της από το χρηματιστήριο

του Λονδίνου τον Δεκέμβρη του 2021. Ο Πίνακας 4.5 εμφανίζονται και οι στατιστικές πληροφορίες για την αεροπορική εταιρεία Ryanair τα έτη 2019 και 2022.

Πίνακας 4.5

Πληροφορίες Κατάστασης Ryanair κατά το 2019 και 2022

Ryanair		
	2019	2022
Πτήσεις	2500/μέρα	3000/μέρα
Συνολικά Έσοδα (εκ. €)	7.697	4.801
Καθαρά Κέρδη (εκ. €)	885	-241
Τιμή Μετοχής (€)	14,63	12,21
Μεταφορά Επιβατών (χιλ.)	142.100	97,1
Μεταφορά Φορτίου (χιλ.)	-	-
Πληρότητα Επιβατών	96%	82%
Πληρότητα Φορτίου	-	-
Αριθμός Αεροσκαφών	475	500

Aegean Airlines

Η ελληνικής προέλευσης αεροπορική εταιρεία με την επωνυμία Aegean Airlines ιδρύθηκε το 1987 με την ονομασία Aegean Aviation. Αρχικό σχέδιο της εν λόγω αεροπορικής ήταν η παροχή εταιρικών V.I.P πτήσεων και πτήσεις αεροδιακομιδής. Αργότερα, η αεροπορική εξαγοράστηκε από τον ελληνικό όμιλο Βασιλάκη επιχειρώντας πτήσεις V.I.P από Αθήνα προς όλο τον κόσμο. Η επωνυμία Aegean Airlines δόθηκε με την έναρξη προγραμματισμένων μαζικών επιβατικών πτήσεων στα τέλη του 1999. Κατά την διάρκεια των ετών, η εταιρεία απέκτησε γνωστές αεροπορικές όπως την Air Greece, Cronus Airlines και την Olympic Air. Η Aegean Airlines μαζί με την Olympic Air εντάχθηκε στη συμμαχία Star Alliance από τα τέλη του 2010.

Σήμερα, θεωρείτε η μεγαλύτερη αεροπορική εταιρεία στην Ελλάδα με έδρα στην Αθήνα και βάση της στον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών “Ελευθέριος Βενιζέλος”. Πρόκειται για μια εισηγμένη ελληνική εταιρεία με τη μετοχή της να διαπραγματεύεται στο Χρηματιστήριο Αθηνών ως δείκτης AEGN.AT. Η Aegean δραστηριοποιείται στον κλάδο των αερομεταφορών, παρέχοντας υπηρεσίες μεταφοράς επιβατών και εμπορευμάτων εντός και εκτός της ελληνικής επικράτειας, με τακτικές ή έκτακτες πτήσεις σε μικρές και μεσαίες αποστάσεις. Συγκεκριμένα, παρέχει εμπορικές πτήσεις, κανονικές αλλά και charter τόσο στην Ευρώπη όσο και στη Βόρεια Αφρική και τη Μέση Ανατολή. Έχει βραβευτεί επανειλημμένα για τις υπηρεσίες της μέσω της βρετανικής ιστοσελίδας Skytrax για πάνω από δέκα συνεχή χρόνια. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο Πίνακας 4.6, όπου είναι αντίστοιχος με όλες τις προηγούμενες αεροπορικές εταιρείες και εμφανίζει τις οικονομικές καταστάσεις της Aegean Airlines κατά το 2019 και 2022.

Πίνακας 4.6

Πληροφορίες Κατάστασης Aegean Airlines κατά το 2019 και 2022

Aegean Airlines		
	2019	2022
Πτήσεις	115,765	101.340
Συνολικά Έσοδα (εκ. €)	1.308,8	1.336,8
Καθαρά Κέρδη (εκ. €)	78,5	106,8
Τιμή Μετοχής (€)	8,4	5,29
Μεταφορά Επιβατών (χιλ.)	14.992	12.465
Μεταφορά Φορτίου (χιλ.)	-	-
Πληρότητα Επιβατών	84,8%	79,8%
Πληρότητα Φορτίου	-	-
Αριθμός Αεροσκαφών	61	-

Wizz Air

Η Wizz Air Hungary Ltd. είναι μια ουγγρική εταιρεία εξαιρετικά χαμηλού κόστους με έδρα τη Βουδαπέστη της Ουγγαρίας. Η ίδρυση της έγινε τον Σεπτέμβριο του 2003 από τον József Váradi ενώ η πρώτη πτήση πραγματοποιήθηκε από το Διεθνές Αεροδρόμιο Katowice στις 19 Μαΐου 2004. Η αεροπορική εταιρεία διαθέτει τον μεγαλύτερο στόλο στην Ουγγρική χώρα ενώ παράλληλα, εξυπηρετεί αρκετές πόλεις της Ευρώπης, της Βόρειας Αφρικής, της Μέσης Ανατολής και της Νότιας Ασίας. Η μητρική εταιρεία Wizz Air Holdings plc διαθέτει στο χαρτοφυλάκιο τις θυγατρικές εταιρείες με επωνυμίες Wizz Air UK, Wizz Air Hungary Ltd., Wizz Air Holdings Plc., Wizz Aviation Professionals S.R.L, Wizz Air Abu Dhabi, Wizz Air Malta και Wizz Air Ukraine. Στις 25 Φεβρουαρίου 2015, οι μετοχές του ομίλου με έδρα το Τζέρσεϊ, Wizz Air Holdings plc, άρχισαν να διαπραγματεύονται στο Χρηματιστήριο του Λονδίνου (Wizz.L) αποτελώντας συστατικό του δείκτη FTSE 250. Από το 2020, η αεροπορική εταιρεία έχει τις μεγαλύτερες βάσεις της στο Διεθνές Αεροδρόμιο Ferenc Liszt της Βουδαπέστης και στο αεροδρόμιο Luton του Λονδίνου.

Πίνακας 4.7

Πληροφορίες Κατάστασης Wizz Air κατά το 2019 και 2022

Wizz Air		
	2019	2022
Πτήσεις	190.000	167.709
Συνολικά Έσοδα (εκ. €)	2.319,1	1.663,4
Καθαρά Κέρδη (εκ. €)	291,6	-19
Τιμή Μετοχής (GBX)	3.895	1.904,5
Μεταφορά Επιβατών (χιλ.)	34.600	27.100
Μεταφορά Φορτίου (χιλ.)	-	-
Πληρότητα Επιβατών	92,8%	78,1%
Πληρότητα Φορτίου	-	-
Αριθμός Αεροσκαφών	112	153

4.3 Περιγραφή Δεδομένων

Η μέθοδος *VaR* προσδιορίζει τον βαθμό επικινδυνότητας ποσοστιαία ή χρηματικά που θα αναλάβει ένας επενδυτής για ένα χρηματοφυλάκιο. Ως κίνδυνος μιας επένδυσης ή μιας απομονωμένης μετοχής ορίζεται το ρίσκο αυτής και πρόκειται για το μέτρο μεταβλητότητας (αβεβαιότητας) πως δεν θα επέλθει το επιθυμητό αποτέλεσμα πίσω. Με τον όρο απόδοση νοούνται ακριβώς αυτές οι αναμενόμενες επιστροφές κεφαλαίου (ή ταμειακές ροές) από μια επένδυση πίσω στον άνθρωπο που ανέλαβε το ρίσκο. Η σχέση των δύο, ρίσκου και απόδοσης, είναι θετική και κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση. Με άλλα λόγια, όσο μεγαλύτερο το ρίσκο που θα αναλάβει ένας επενδυτής τόσο υψηλότερη και η απόδοση που θα διεκδικήσει στο τέλος. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος που οι επενδυτές μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Οι πρώτοι χαρακτηρίζονται “risk lovers” και αφορούν εκείνους τους επενδυτές που εντοπίζουν τις υψηλότερες αποδόσεις και επιδιώκουν να αναλάβουν τον αντίστοιχο κίνδυνο. Αντίθετα, υπάρχουν πολλοί επενδυτές που είναι πιο προσεκτικοί με τον κίνδυνο που θα αναλάβουν. Αυτοί ονομάζονται “risk averse” και πρόκειται για επενδυτές που εστιάζουν στη βέλτιστη επένδυση σύμφωνα με το λιγότερο ρίσκο.

Η πιο απλή μορφή απόδοσης είναι σε μια μοναδική μετοχή σύμφωνα με τις τιμές που έλαβε στο παρελθόν. Δεδομένου αυτού, υπολογίζεται ο παρακάτω τύπος:

$$R_t = \frac{D_t + (P_t - P_{t-1})}{P_{t-1}}$$

όπου R_t είναι η αναμενόμενη απόδοση της μετοχής στον χρόνο t . Το D_t θεωρείται το μέρισμα της μετοχής το τρέχον έτος και P_t, P_{t-1} είναι οι τιμές της μετοχής το τρέχον και το προηγούμενο έτος αντίστοιχα. Συνηθίζεται σε ορισμένες περιπτώσεις να μην δίνεται μέρισμα μέσα στο έτος. Επομένως, η εξίσωση γράφεται:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \Rightarrow \frac{P_t}{P_{t-1}} = R_t + 1 \quad 4.1$$

Η Εξίσωση 4.1 εκφράζει την ποσοστιαία μεταβολή της τιμής μιας μετοχής για μια χρονική περίοδο. Άρα, η απόδοση R_t είναι πιθανό να προσδιοριστεί από τον λογαριθμικό λόγο των δύο συνεχόμενων τιμών ως $x_t = \log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$. Επαληθεύεται πως για πολύ μικρά διαστήματα όπως η ημέρα, οι μεταβολές των τιμών είναι ανεπαίσθητες με αποτέλεσμα οι τιμές της μεταβολής του x_t ταυτίζονται με τις τιμές της

αναμενόμενης απόδοσης, R_t . Εναλλακτικά, η μεταβλητή x_t είναι μια προσεγγιστική μεταβλητή της απόδοσης R_t .

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα μελέτη αφορούν τις ημερήσιες τιμές κλεισίματος των μετοχών επτά μεγάλων ευρωπαϊκών αεροπορικών εταιρειών. Οι τιμές αυτές χρησιμοποιήθηκαν για το σχηματισμό των λογαριθμικών τους αποδόσεων $\log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$ και αφορούν την περίοδο από Ιανουάριο του 2017 έως Δεκέμβριο του 2022 χωρισμένα σε δύο περιόδους πριν και μετά την πανδημία, όπου ορίζεται περίοδος κρίσης.

Είναι σημαντικό να διευκρινιστεί η επιλογή λογαριθμικών τιμών έναντι των κανονικών τιμών του δείκτη. Συνηθίζεται στην ανάλυση να προτιμώνται χρονοσειρές που εξελίσσονται με λογαριθμικές αποδόσεις στον χρόνο. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να περιγράφονται καθαροί αριθμοί απαλλαγμένοι από μονάδες μέτρησης και επιπλέον, οικονομετρικής φύσης προβλήματα, όπως η ετεροσκεδαστικότητα, η αυτοσυσχέτιση και η μη κανονικότητα.

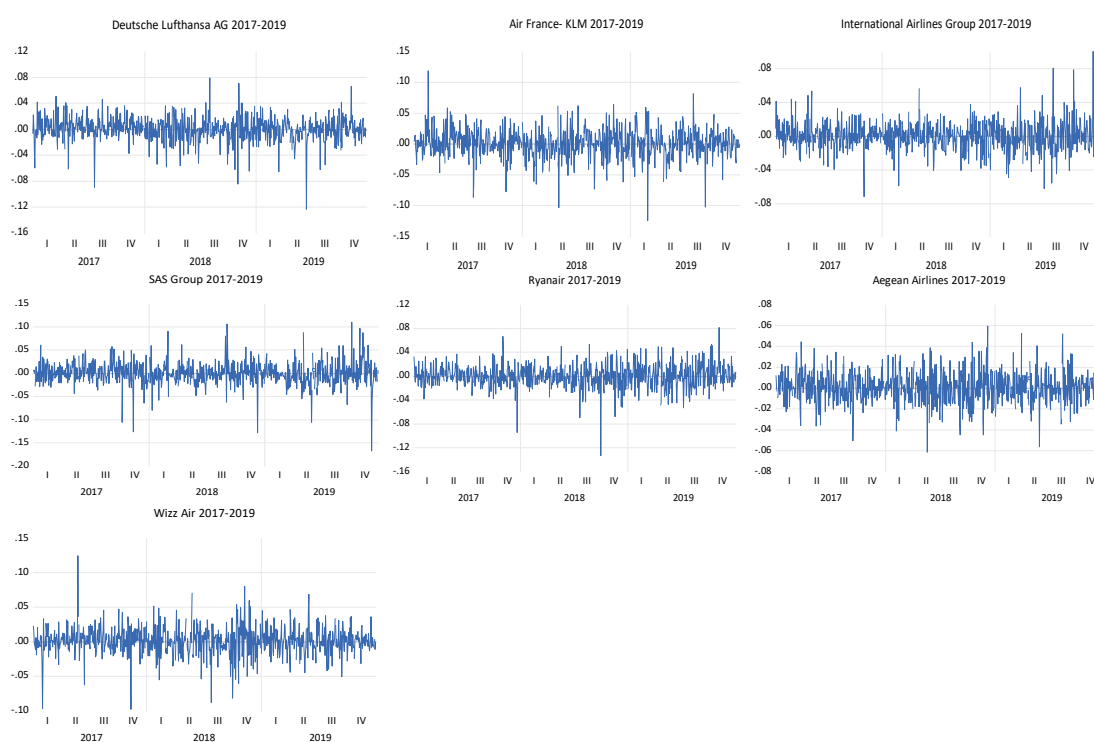


Διάγραμμα 4.1

Λογαριθμικοί δείκτες μετοχών Lufthansa

Για παράδειγμα, στο Διάγραμμα 4.1, όπου σχηματίζονται οι λογαριθμικές τιμές μετοχών της αεροπορικής εταιρείας Deutsche Lufthansa AG για το χρονικό διάστημα 2020 έως και το 2022, φαίνεται πως η σειρά χαρακτηρίζεται τόσο από τάση όσο και περιόδους εποχικότητας. Υπενθυμίζεται πως τάση είναι η μακροχρόνια αύξηση ή μείωση των τιμών των δεδομένων ενώ παράλληλα, η έννοια της εποχικότητας αφορά τις αυξομειώσεις των τιμών των δεδομένων εντός ενός έτους. Επομένως, διαπιστώνεται έντονα πως η χρονοσειρά αυτή δεν είναι στάσιμη και χρειάζεται μετατροπές προκειμένου να είναι δυνατή η ανάλυση της.

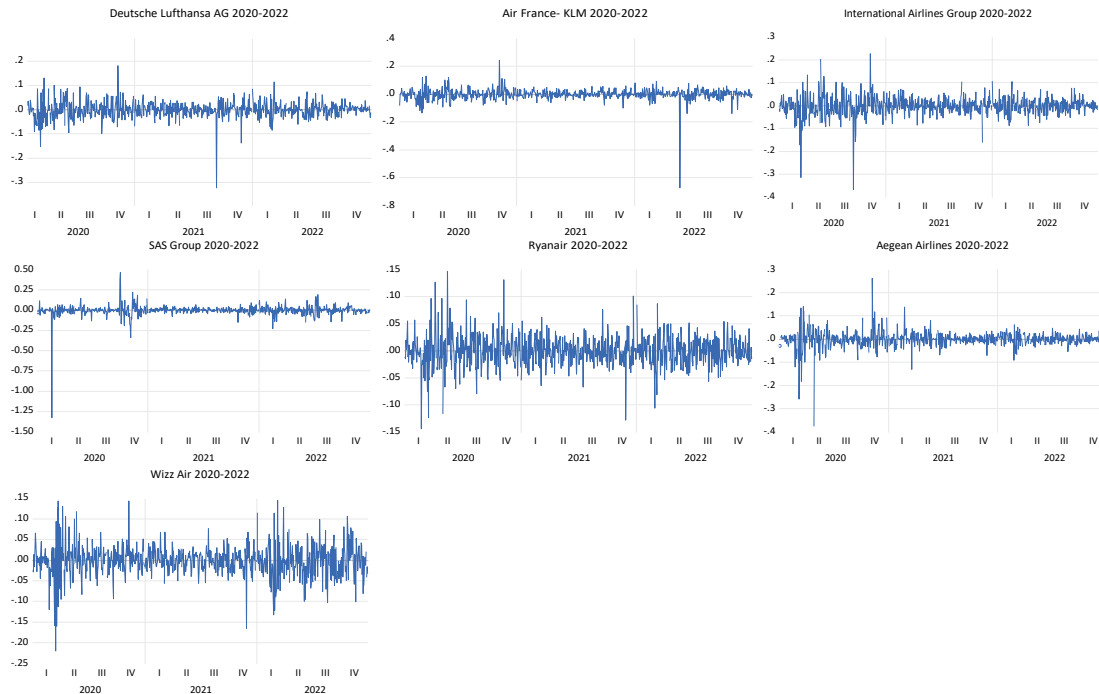
Συμπερασματικά, η σειρά της μετοχής LHA δεν μπορεί να χαρακτηριστεί στάσιμη αποδεικνύοντας πως το πρόβλημα της στασιμότητας δεν αντιμετωπίζεται απλά λογαριθμίζοντας την αρχική σειρά. Σημειώνεται, πως επαλήθευση της μη στασιμότητας είναι εύκολο να γίνει στο στατιστικό πρόγραμμα EViews μέσα από τον σχηματισμό ενός διαγράμματος αυτοσυσχέτισης (*Correlogram*) ή και ενός ελέγχου ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας, γνωστό κι ως Augmented Dickey-Fuller test.



Διάγραμμα 4.2

Λογαριθμικές αποδόσεις 2017-2019

Ωστόσο, στο Διάγραμμα 4.2, που αφορά την περίοδο 2017 με 2019 αλλά και στο Διάγραμμα 4.3 με την περίοδο 2020 με 2022, παρατηρείται ότι οι χρονοσειρές λογαριθμικών αποδόσεων (πρώτες διαφορές των λογαριθμικών τιμών) τόσο κατά την περίοδο πριν την πανδημία όσο και μετά, παρουσιάζουν στασιμότητα στο χρόνο για κάθε μια από τις αεροπορικές εταιρείες. Το γεγονός αυτό, εντοπίζεται δεδομένου πως η εξέλιξη κάθε μίας χρονοσειράς στηρίζεται γύρω από τη μηδενική τιμή.



Διάγραμμα 4.3

Λογαριθμικές αποδόσεις 2020-2022

Σύμφωνα με τα παραπάνω, συμπεραίνεται πως υπάρχει αρκετή μεταβλητότητα ανά περιόδους στις χρονοσειρές ενώ παράλληλα, διαπιστώνεται ύπαρξη συστάδων μεταβλητότητας (*Volatility Clustering*). Δηλαδή, μεγάλες μεταβολές ακολουθούνται κατά κανόνα από μεγάλες μεταβολές ενώ μικρές μεταβολές ακολουθούνται κατά κανόνα από μικρές μεταβολές. Εν ολίγης, απότομες προς τα πάνω ή κάτω κινήσεις ακολουθούμενες από ακόμα υψηλότερες, αποτελούν αντίστοιχα θετικές ή δυσμενείς εξελίξεις στη χρονοσειρά, οι οποίες όμως δηλώνουν μεταβλητότητα.

Πίνακας 4.8**Περιγραφικά Στατιστικά Στοιχεία Μετοχών 2017-2019**

ΜΕΤΟΧΕΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΜΕΣΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΑΣΣΥΜΕΤΡΙΑ	ΚΥΡΤΩΣΗ
LHA.DE	757	0.000352	0.018868	-0.738371	7.558348
AF.PA	765	0.000856	0.023876	-0.341441	5.651117
IAG.L	757	0.000448	0.017273	0.510699	7.944374
SAS.ST	751	8.27e-05	0.025011	-0.361723	9.167178
RYA.DU	760	4.02e-05	0.019393	-0.407412	7.106970
AEGN.AT	745	0.000363	0.015171	0.038803	4.130706
WIZZ.L	757	0.001020	0.020140	-0.105356	7.394131

Πίνακας 4.9**Περιγραφικά Στατιστικά Στοιχεία Μετοχών 2020-2022**

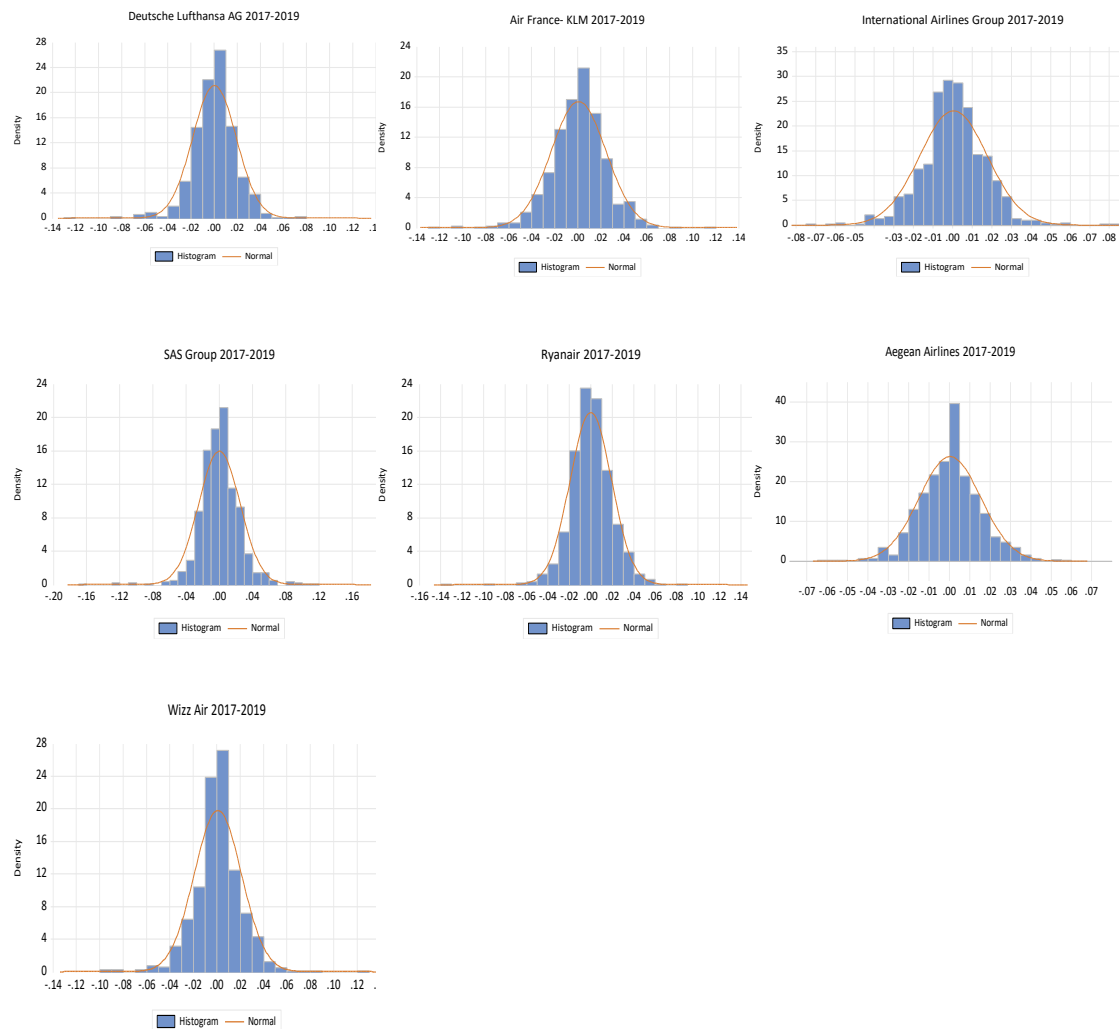
ΜΕΤΟΧΕΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΜΕΣΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΑΣΣΥΜΕΤΡΙΑ	ΚΥΡΤΩΣΗ
LHA.DE	765	-0.000999	0.033851	-0.882205	15.33689
AF.PA	771	-0.002749	0.042172	-5.228429	87.34472
IAG.L	750	-0.002101	0.043051	-1.030298	15.27169
SAS.ST	757	-0.004656	0.070491	-8.274933	168.3198
RYA.DU	765	-0.000261	0.029180	0.121200	6.628470
AEGN.AT	745	-0.000633	0.035649	-1.533402	28.34443
WIZZ.L	756	-0.000978	0.038246	-0.252581	6.786776

Στον Πίνακα 4.8 και τον Πίνακα 4.9 παρουσιάζονται τα βασικότερα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία κάθε υπό μελέτης ευρωπαϊκής αεροπορικής εταιρείας για το χρονικό διάστημα πριν την πανδημία αλλά και μετά. Τα εν λόγω στοιχεία έχουν αποσπαστεί μέσω του στατιστικού προγράμματος EViews. Αναφέρονται οι καθημερινές λογαριθμικές αποδόσεις των μετοχών των εταιρειών με βάση τις οποίες διαμορφώνονται στη συνέχεια τα τρία βασικότερα στατιστικά διαγράμματα διάκρισης στασιμότητας πάλι με την βοήθεια του EViews. Μέσα από αυτά τα διαγράμματα γίνεται ευκολότερος ο εντοπισμός ακολουθίας των δεδομένων μιας χρονοσειράς στη κανονική κατανομή.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που παρέχει ο παραπάνω πίνακας, διακρίνεται πως η μέση τιμή (*Mean*) των λογαριθμικών αποδόσεων σε όλες τις αναφερόμενες μετοχές βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν είτε πριν είτε μετά την περίοδο της πανδημίας. Αντίθετα, οι τιμές που λαμβάνει η τυπική απόκλιση (*Standard Distribution*) είναι συγκριτικά υψηλότερες, με αποτέλεσμα η μέση απόδοση να μην μπορεί να εκφράσει κάποια έντονη πληροφορία. Παράλληλα, η στατιστική Jarque-Bera ελέγχει την αρχική υπόθεση ότι η σειρά κατανέμεται κανονικά μετρώντας την απόκλιση της ασυμμετρίας και της κύρτωσης των χρονοσειρών από τις τιμές της κανονικής κατανομής. Στις συγκεκριμένες περιπτώσεις φαίνεται απόκλιση του δείγματος από την κανονική κατανομή τόσο κατά την διάρκεια 2017-2019 όσο και το 2020-2022. Κυρίως κατά την δεύτερη περίοδο, υπάρχει έντονη ασυμμετρία για τις τέσσερις από τις επτά εταιρείες ενώ ταυτόχρονα, οι τιμές της κύρτωσης είναι κατά πολύ ανώτερες του αριθμού τρία που καθιστά το ανώτατο επιτρεπτό όριο.

Στο Διάγραμμα 4.4 και το Διάγραμμα 4.5, διατυπώνεται η κατανομή του δείγματος των λογαριθμικών αποδόσεων κάθε μιας μετοχής των ευρωπαϊκών αεροπορικών εταιρειών σε μορφή ιστογράμματος (*Histogram*). Τα διαγράμματα αυτά αποτελούν προσαρμοσμένα ιστογράμματα (*Custom Histogram*). Αναλυτικά, η κατανομή σε μορφή ιστογράμματος αποτελεί την μπλε περιοχή του διαγράμματος ενώ αντίθετα, το πρότυπο της κανονικής κατανομής αφορά την πορτοκαλί γραμμή έξω από το ιστόγραμμα. Μέσω της οπτικής παρατήρησης τους, γίνεται εμφανές η απόκλιση του δείγματος δεδομένων από την κανονική κατανομή (*Normal Distribution*). Ταυτόχρονα, γίνεται εύκολα αντιληπτό μέσω του ιστογράμματος πως τα συγκεκριμένα δείγματα ακολουθούν μια λεπτόκυρτη κατανομή (*Skewed Distribution*), γεγονός αρκετά συχνό στα πλαίσια ανάλυσης σειράς μετοχών. Όπως φαίνεται, σχεδόν όλες οι μετοχές

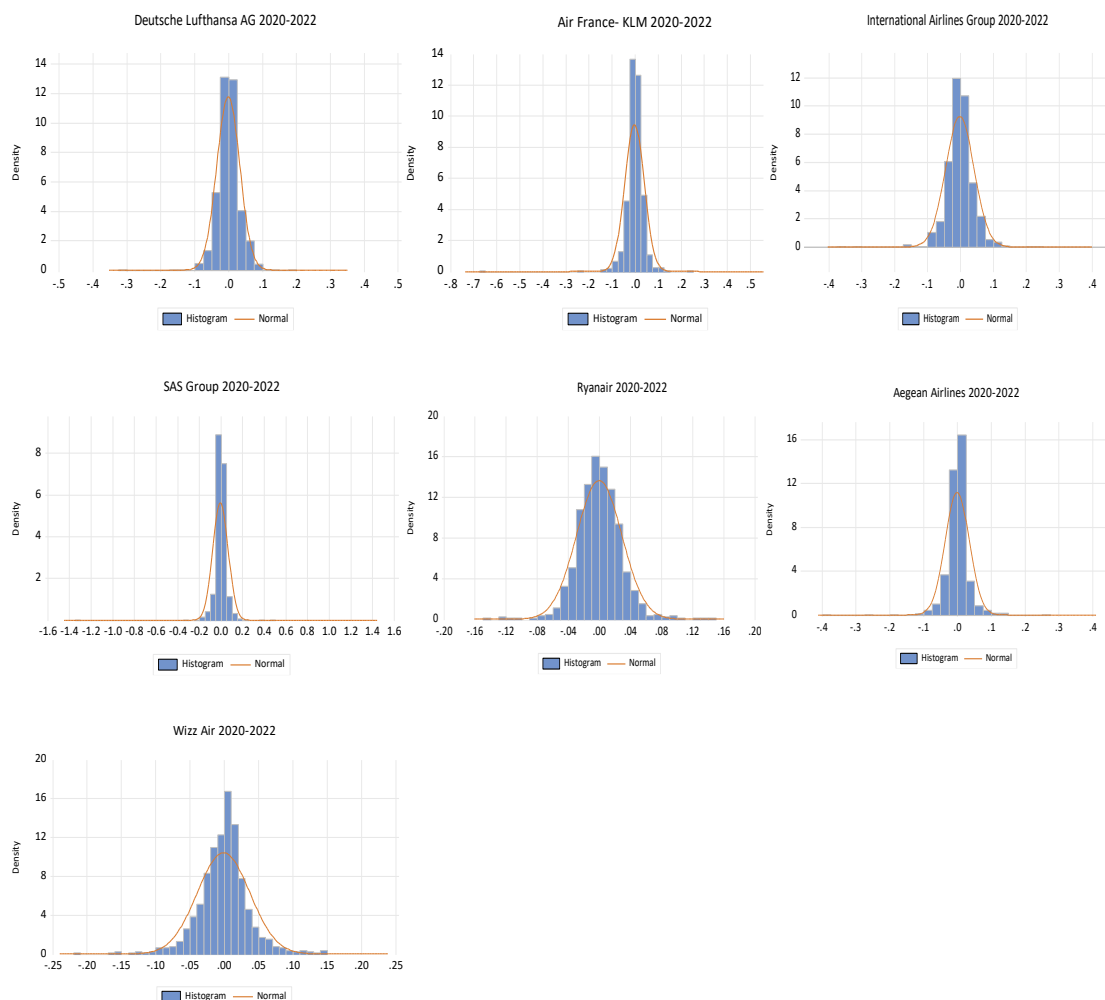
συγκεντρώνουν υψηλότερη συχνότητα από την κανονική κατανομή στα διαστήματα κοντά στη μηδενική τιμή. Αντίθετα, φαίνεται να απλώνουν προς τα δεξιά ή τα αριστερά με έντονα μικρότερες συχνότητες εμφάνισης δεδομένων.



Διάγραμμα 4.4

Ιστόγραμμα λογαριθμικών αποδόσεων συγκριτικά με την κανονική κατανομή για την περίοδο 2017-2019

Ενδιαφέρον αποτελεί το παράδειγμα της μετοχής της Aegean Airlines για το χρονικό διάστημα των ετών 2017-2019, όπου η κατανομή των δεδομένων της συγκλίνει αρκετά με την κανονική με εξαίρεση το διάστημα (00,0.05).

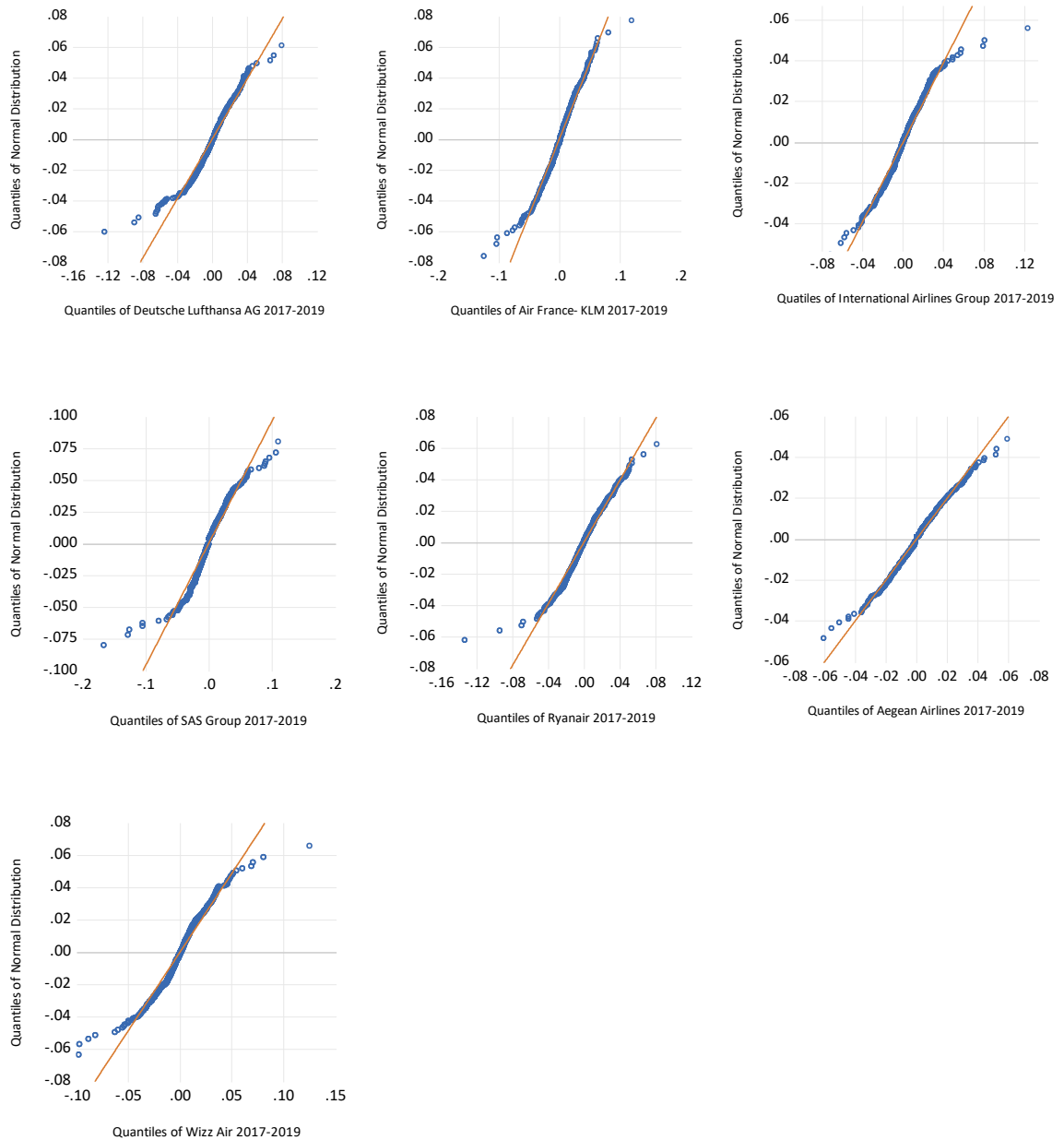


Διάγραμμα 4.5

Ιστογράμματα λογαριθμικών αποδόσεων συγκριτικά με την κανονική κατανομή για την περίοδο 2020-2022

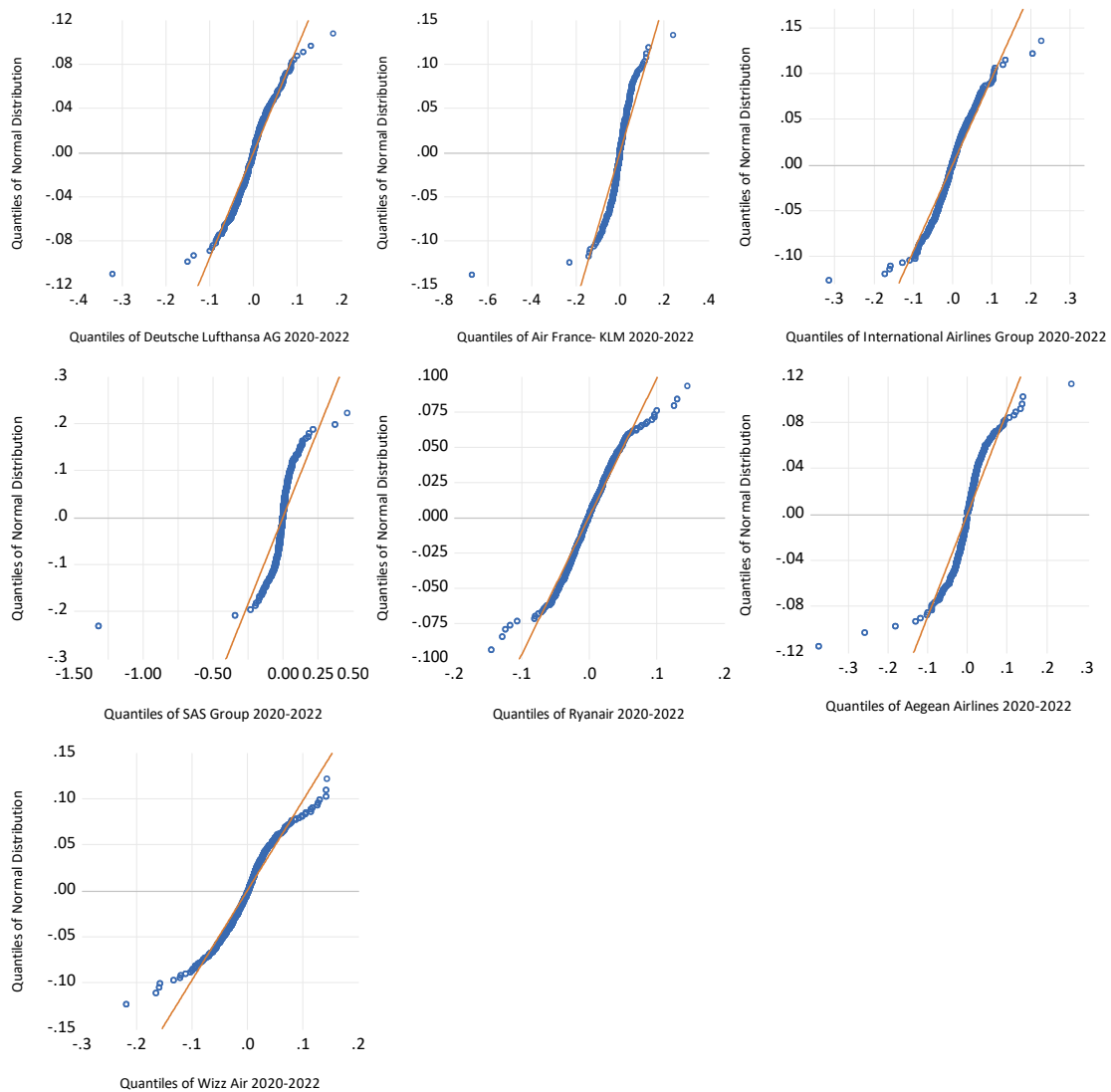
Τέλος, το Διάγραμμα 4.6 και το Διάγραμμα 4.7, απεικονίζουν τα ξεχωριστά Q-Q Plots από τα οποία διαπιστώνεται ότι υπάρχουν βαριές ουρές στις κατανομές των χρονοσειρών λογαριθμικών αποδόσεων. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ύπαρξη παρατηρήσεων που αποκλίνουν από την κανονική κατανομή όπως φάνηκε στα ιστογράμματα. Δεδομένου αυτού, διαπιστώνεται η ύπαρξη θετικών και αρνητικών ακραίων αποδόσεων, με το ενδιαφέρον όμως να επικεντρώνεται στην αριστερή ουρά. Η επέκταση των Q-Q Plots προς την αριστερή κατεύθυνση αποκλίνοντας από την

γραμμή της κανονικής κατανομής, επισημαίνουν δυσμενή αποτελέσματα τα οποία χρήζουν ανάγκη περαιτέρω μελέτης από τους αναλυτές.



Διάγραμμα 4.6

QQ Plots των κατανομών 2017-2019



Διάγραμμα 4.7

QQ Plots των κατανομών 2020-2022

Η ανάλυση των χρονοσειρών είναι μια διαδικασία οικονομετρικής φύσης που απαιτεί οπτικοποίηση των αντίστοιχων δεδομένων με σκοπό τον εντοπισμό ακολουθιών, τάσεων, εποχικότητας και στασιμότητας. Συνηθίζεται οι χρονοσειρές που αφορούν χρηματοοικονομικά στοιχεία να χαρακτηρίζονται από έλλειψη στασιμότητας και επομένως απαιτείται η χρήση διαφορών των λογαριθμικών αποδόσεων. Το πρόγραμμα EViews, επιτρέπει την γρήγορη ένταξη των δεδομένων, την απόσπαση στατιστικών στοιχείων, την μετατροπή σε στασιμότητα αλλά και την οπτικοποίηση αυτών για περαιτέρω ανάλυση και συμπεράσματα.

4.4 Προσδιορισμός Υποδειγμάτων

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρθηκε η διαδικασία υπολογισμού της Αξίας σε Κίνδυνο (*VaR*) με τη χρήση δύο υποδειγμάτων. Επομένως, ο προσδιορισμός του *VaR* απαιτεί τον καθορισμό των $ARIMA(p, d, q) - GARCH(m, s)$, τα οποία ακολουθεί η κάθε σειρά των μετοχών.

Οι τάξεις του πρώτου υποδείγματος $ARIMA(p, d, q)$ καθορίζονται σύμφωνα με την διαδικασία Box & Jenkins (1970) που περιγράφεται στη σελίδα XX. Δεδομένου πως η ανάλυση των αποδόσεων των μετοχών γίνεται με τη χρήση λογαριθμικών αποδόσεων, δηλαδή $x_t = \log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$, η μεταβλητή x_t μπορεί να εκφραστεί κι ως διαφορά λογάριθμων δύο συνεχόμενων τιμών ως $x_t = \log(P_t) - \log(P_{t-1})$. Ως αποτέλεσμα, με τη χρήση λογαριθμικών αποδόσεων εξετάζεται ισοδύναμα η χρονοσειρά $\log(P_t)$ σε πρώτες διαφορές με ένα υπόδειγμα $ARIMA(p, d, q)$ ή η χρονοσειρά $x_t = \log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$ με ένα υπόδειγμα $ARMA(p, q)$. Στην εργασία αυτή και για πρακτικούς λόγους ευκολίας προσδιορίζεται το υπόδειγμα $ARMA(p, q)$ για κάθε μια από τις υπό μελέτη χρονοσειράς.

Στον Πίνακα 4.3 και τον Πίνακα 4.4, εμφανίζονται όλες οι εκτιμήσεις δυνατών υποδειγμάτων $ARMA(p, q)$ μιας χρονοσειράς, x_t , για όλους τους δυνατούς συνδυασμούς $p + q \leq 5$. Υποστηρίζεται από πολλούς, η άποψη να κρατηθεί το υπόδειγμα όσο γίνεται πιο απλό (*Keep it Simple*). Η μέθοδος αυτή καλείται από τους ειδικούς ως Parsimony και χρησιμοποιείται επι της ουσίας για να μην εμπλακούν επιπλέον στατιστικά και ογκομετρικής φύσης προβλήματα λόγω πολύ υψηλής τάξης. Για τον προσδιορισμό των αναφερόμενων τάξεων, όπως έχει ήδη επισημανθεί από τους Box & Jenkins, χρησιμοποιείται η μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας με σκοπό την βέλτιστη επιλογή υποδείγματος στη πρόβλεψη. Σημειώνεται, πως το καταλληλότερο υπόδειγμα για το σύνολο των χρονοσειρών είναι εκείνο του τυχαίου περιπάτου, όπου η τιμή των πληροφοριακών κριτηρίων AIC και BIC ελαχιστοποιείται. Είναι σημαντικό να αναφερθεί, πως σε περίπτωση που τα δύο παραπάνω κριτήρια διαφωνούν μεταξύ τους, όπως στις περιπτώσεις που παρουσιάζονται στη συνέχεια στον Πίνακα 4.10 και τον αντίστοιχο Πίνακα 4.11, προτείνεται από τους περισσότερους αναλυτές εστίαση να γίνει στο κριτήριο του AIC λόγω μεγάλου δείγματος και μικρού αριθμού παραμέτρων.

Πίνακας 4.10

Επιλογή Κατάλληλου Υποδείγματος ARMA(p, q) για 2017-2019

	LHA.DE		AF.PA		IAG.L		SAS	
	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC
ARMA (1,0)	-3338.474	-3329.307	-3048.241	-3039.074	-3506.196	-3497.029	-2991.804	-2982.637
ARMA (2,0)	-3431.98	-3418.229	-3170.863	-3157.112	-3589.152	-3572.402	-3093.28	-3079.53
ARMA (3,0)	-3474.647	-3456.314	-3201.17	-3182.836	-3627.397	-3609.064	-3137.649	-3119.315
ARMA (4,0)	-3524.051	-3501.134	-3225.335	-3202.418	-3663.725	-3640.808	-3149	-3129.09
ARMA (5,0)	-3531.855	-3504.354	-3245.585	-3218.085	-3674.857	-3647.356	-3163.408	-3135.908
ARMA (0,1)	-3623.853	-3614.686	-3320.491	-3311.324	-3792.354	-3783.188	-3251.121	-3241.954
ARMA (0,2)	-3585.855	-3572.105	-3306.342	-3292.591	-3743.166	-3729.415	-3204.882	-3191.131
ARMA (0,3)	-3582.605	-3564.272	-3286.23	-3267.896	-3772.391	-3754.057	-3214.11	-3195.776
ARMA (0,4)	-3600.441	-3577.524	-3309.86	-3286.943	-3583.118	-3560.201	-3233.311	-3210.394
ARMA (0,5)	-3594.748	-3567.248	-3188.86	-3161.63	-3581.745	-3554.245	-3100.218	-3072.717
ARMA (1,1)	-3621.916	-3608.166	-3327.466	-3313.716	-3791.129	-3777.379	-3250.194	-3263.444
ARMA (2,1)	-3619.975	-3601.641	-3328.24	-3309.906	-3789.183	-3770.849	-3251.683	-3233.349
ARMA (3,1)	-3618.350	-3595.433	-3333.034	-3310.117	-3787.312	-3764.395	-3254.238	-3231.321
ARMA (4,1)	-3616.358	-3588.858	-3331.067	-3303.567	-3785.683	-3758.183	-3254.129	-3226.628
ARMA (1,2)	-3621.458	-3603.125	-3322.697	-3304.364	-3787.966	-3769.632	-3247.11	-3228.776
ARMA (1,3)	-3581.662	-3558.745	-3291.836	-3268.919	-3759.14	-3736.222	-3208.356	-3185.439
ARMA (1,4)	-3590.557	-3563.057	-3292.004	-3264.504	-3770.859	-3743.359	-3220.167	-3192.66
ARMA (2,2)	-3594.163	-3571.246	-3312.446	-3289.529	-3724.120	-3701.203	-3195.396	-3172.479
ARMA (3,2)	-3589.501	-3562.00	-3300.48	-3272.98	-3701.583	-3674.083	-3189.405	-3161.904
ARMA (2,3)	-3601.79	-3574.29	-3327.597	-3300.096	3758.625	-3731.125	-3217.231	-3189.731
	RYA.ST		AEGN.AT		WIZZ.L			
	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC		
ARMA (1,0)	-3308.262	-3299.096	-3669.734	-3660.568	-3258.98	-3249.813		
ARMA (2,0)	-3382.074	-3368.324	-3739.987	-3726.237	-3347.224	-3333.474		
ARMA (3,0)	-3435.391	-3417.058	-3788.094	-3769.76	-3397.056	-3378.723		
ARMA (4,0)	-3461.63	-3438.713	-3848.165	-3825.248	-3426.163	-3403.246		
ARMA (5,0)	-3480.177	-3452.676	-3873.647	-3846.147	-3438.665	-3411.164		
ARMA (0,1)	-3602.762	-3593.595	-3988.473	-3979.306	-3557.881	-3548.714		
ARMA (0,2)	-3556.001	-3542.251	-3938.947	-3925.197	-3509.446	-3495.696		
ARMA (0,3)	-3584.215	-3565.882	-3738.893	-3720.505	-3516.278	-3497.944		
ARMA (0,4)	-3574.205	-3551.288	-3734.645	-3711.728	-3528.931	-3506.014		
ARMA (0,5)	-3389.774	-3362.273	-3974.242	-3946.742	-3539.946	-3512.445		
ARMA (1,1)	-3601.215	-3587.464	-3989.884	-3976.134	-3556.48	-3542.729		
ARMA (2,1)	-3599.933	-3581.599	-3988.942	-3970.609	-3555.809	-3537.475		
ARMA (3,1)	-3599.136	-3576.219	-3992.741	-3969.824	-3553.821	-3530.904		
ARMA (4,1)	-3597.136	-3569.636	-3993.799	-3966.298	-3551.859	-3524.358		
ARMA (1,2)	-3600.627	-3582.293	-3985.885	-3967.551	-3553.21	-3534.877		
ARMA (1,3)	-3576.001	-3553.084	-3964.806	-3941.889	-3512.052	-3489.135		
ARMA (1,4)	-3569.395	-3541.895	-3971.131	-3943.631	-3519.144	-3491.643		
ARMA (2,2)	-3534.575	-3511.658	-3982.698	-3959.781	-3519.848	-3496.931		
ARMA (3,2)	-3511.57	-3484.069	-3971.759	-3944.259	-3504.321	-3476.82		
ARMA (2,3)	-357.18	-3543.679	-3975.074	-3947.574	-3532.308	-3504.808		

Στη περίπτωση των μετοχών AF.PA, SAS.ST και AEGN.AT κατά το 2017-2019, παρατηρείται διαφωνία ανάμεσα στα πληροφοριακά κριτήρια. Αντίστοιχα, διαφωνία υπάρχει και στον Πίνακα 4.11, που αφορά την περίοδο 2020-2022 για τις μετοχές, IAG.L, SAS.ST, AEGN.AT και WIZZ.L.

Πίνακας 4.11

Επιλογή Κατάλληλου Υποδείγματος ARMA(p, q) για 2020-2022

	LHA.DE		AF.PA		IAG.L		SAS	
	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC
ARMA (1,0)	-2457.414	-2448.267	-2457.414	-2448.267	-2175.833	-2166.686	-1448.916	-1439.769
ARMA (2,0)	-2551.614	-2537.893	-2551.614	-2537.893	-2260.822	-2247.101	-1515.77	-1502.049
ARMA (3,0)	-2594.968	-2576.673	-2594.968	-2576.673	-2314.353	-2296.058	-1566.169	-1547.875
ARMA (4,0)	-2628.843	-2605.974	-2628.843	-2605.974	-2357.606	-2334.738	-1591.561	-1568.693
ARMA (5,0)	-2648.106	-2620.664	-2648.106	-2620.664	-2361.186	-2333.744	-1619.762	-1592.32
ARMA (0,1)	-2758.847	-2749.7	-2758.847	-2749.7	-2430.495	-2421.348	-1708.215	-1699.068
ARMA (0,2)	-2718.116	2704.395	-2718.116	-2704.395	-2403.379	-2389.658	-1669.459	-1655.738
ARMA (0,3)	-2717.596	-2699.301	-2717.596	-2699.301	-2404.147	-2385.852	-1679.808	-1661.514
ARMA (0,4)	-2737.908	2715.04	-2737.908	-2715.04	-2403.865	-2380.996	-1678.975	-1656.107
ARMA (0,5)	-2740.278	-2712.836	-2740.278	-2712.836	-2385.692	-2358.25	-1686.38	-1658.938
ARMA (1,1)	-2756.848	-2743.127	-2756.848	-2743.127	-2431.275	-2417.554	-1710.719	-1696.998
ARMA (2,1)	-2755.923	-2737.628	-2755.923	-2737.628	-2429.703	-2411.409	-1708.734	-1690.44
ARMA (3,1)	-275396	-2731.092	-2753.96	-2731.092	-2429.092	-2406.224	-1706.888	-1684.02
ARMA (4,1)	-2752.038	-2724.596	-2752.038	-2724.596	-2430.543	-2403.101	-1705.504	-1678.062
ARMA (1,2)	-2757.16	-2738.865	-2757.16	-2738.865	-2428.03	-2409.736	-1704.261	-1685.966
ARMA (1,3)	-2714.566	-2691.697	-2714.566	-2691.697	-2401.055	-2378.187	-1673.534	-1650.66
ARMA (1,4)	-2635.167	2607.725	-2635.167	-2607.725	-2399.296	-2371.854	-1675.315	-1647.873
ARMA (2,2)	-2724.219	-2701.351	-2724.219	-2701.351	-2408.33	-2385.462	-1686.362	-1663.493
ARMA (3,2)	-2713.616	-2689.174	-2713.616	-2689.174	-2392.724	-2365.282	-1677.178	-1649.736
ARMA (2,3)	-2721.814	-2694.372	-2721.814	-2694.372	-2416.582	-2389.14	-1683.555	-1656.112
	RYA.ST		AEGN.AT		WIZZ.L			
	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC		
ARMA (1,0)	-2665.595	-2656.448	-2443.095	-2433.947	-2337.016	-2327.869		
ARMA (2,0)	-2755.533	-2741.812	-2514.899	-2501.178	-2435.421	-2421.7		
ARMA (3,0)	-2797.685	-2779.39	-2533.455	-2515.16	-2470.597	-2452.302		
ARMA (4,0)	-2825.7	-2802.832	-2605.25	-2582.382	-2499.007	-2476.139		
ARMA (5,0)	-2832.711	-2805.269	-2624.652	-2597.21	-2505.103	-2477.661		
ARMA (0,1)	-2965.139	-2955.991	-2712.693	-2703.545	-2600.87	-2591.722		
ARMA (0,2)	-2906.419	-2892.698	-2667.985	-2654.264	-2555.971	-2542.25		
ARMA (0,3)	-2927.737	-2909.442	-2686.144	-2667.849	-2567.354	-2549.059		
ARMA (0,4)	-2766.246	-2743.378	-2521.38	-2498.511	-2592.688	-2569.82		
ARMA (0,5)	-2949.151	-2921.709	-2681.123	-2653.681	-2583.062	-2555.619		
ARMA (1,1)	-2963.198	-2949.477	-2710.781	-2697.06	-2600.111	-2586.39		
ARMA (2,1)	-2962.161	-2943.866	-2709.191	-2690.897	-2600.435	-2582.14		
ARMA (3,1)	-2960.161	-2937.293	-2707.26	-2684.392	-2601.484	-2578.616		
ARMA (4,1)	-2958.395	-2930.953	-2712.995	-2685.553	-2599.563	-2572.121		
ARMA (1,2)	-2965.103	-2946.808	-2711.528	-2693.234	-2598.709	-2580.414		
ARMA (1,3)	-2921.221	-2898.353	-2671.221	-2648.352	-2589.609	-2566.741		
ARMA (1,4)	-2827.631	-2800.189	-2595.28	-2567.838	-2569.945	-2542.503		
ARMA (2,2)	-2952.531	-2929.663	-2683.027	-2660.159	-2567.712	-2544.844		
ARMA (3,2)	-2868.4	-2840.958	-2624.057	-2596.615	-2549.6	-2522.158		
ARMA (2,3)	-2958.541	-2931.099	-2670.307	-2642.865	-2566.251	-2538.809		

Επομένως, συνίσταται το πρώτο πληροφοριακό κριτήριο του Akaike, καθώς τείνει να είναι ανώτερο σε τέτοιο σύνολο δείγματος. Πάραυτα, σημαντικό είναι να εξετάζεται κάθε κριτήριο στο επίπεδο σημαντικότητας του διαγράμματος αυτοσυσχέτισης των κατάλοιπων (Correlogram Residuals), προκειμένου να επιβεβαιωθεί η βέλτιστη συμπεριφορά των κατάλοιπων ως λευκός θόρυβος.

Αν και είναι αρκετά σπάνιο να αποδειχθεί ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας σε δεδομένα χρονοσειρών, οφείλεται να γίνει έλεγχος μέσω του τεστ ετεροσκεδαστικότητας (*Heteroskedasticity Test – Residuals Diagnostics*) στα κατάλοιπα προκειμένου να προσδιοριστεί και το υπόδειγμα του *GARCH (m,s)* για την υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητα. Σε αυτό το σημείο εξετάζονται υποδείγματα *ARMA(p,q) – GARCH (m,s)* για $m + s \leq 2$. Το πρώτο μέρος του υποδείματος προκύπτει από την προηγούμενη ανάλυση και το βέλτιστο υπόδειγμα επιλέγεται βάση της ελάχιστης τιμής του πληροφοριακού κριτηρίου BIC. Κατόπιν, αφού έχουν πλέον προσδιοριστεί τα εν λόγω υποδείγματα στην βέλτιστη μορφή τους υπολογίζεται το *VaR* μέσω πρόβλεψης.

Πίνακας 4.12

Εκτίμηση Συντελεστών Υποδειμάτων ARCH-GARCH 2017-2019

	<i>ARCH (1)</i>			<i>GARCH (1, 1)</i>				
	α_1	(Error)	BIC	α_1	(Error)	β_1	(Error)	BIC
LHA.DE	6.4375e-12	2.814e-02	-3623.94	0.0100	4.915e-02	0.6900	0.120	-3619.42
AF.PA	0.1725	8.067e-02	-3337.79	0.1000	4.625e-02	0.4000	0.258	-3332.74
IAG.L	2.3270e-03	2.610e-02	-3795.28	8.2003e-03	2.739e-03	0.9755	1.682e-04	-3798.61
SAS	0.0956	7.287e-02	-3265.65	0.0110	1.669e-02	0.9747	1.560e-02	-3259.48
RYA.ST	0.0143	5.592e-02	-3606.33	0.0213	9.459e-03	0.9611	1.126e-02	-3625.51
AEGN.	0.1130	6.367e-02	-3998.69	0.1000	3.800e-02	0.6000	4.134e-02	-4006.73
WIZZ.L	0.0925	7.522e-02	-3566.02	0.0557	3.392e-02	0.7966	3.763e-02	-3567.39

Από την ανάλυση αυτή προκύπτει πως το καλύτερο υπόδειγμα για την περίοδο που αφορά τα έτη 2017-2019 είναι του *GARCH (1,1)* για τις περισσότερες μετοχές και δεύτερο καλύτερο είναι του *ARCH(1)*. Στον Πίνακα 4.12 παρουσιάζονται όλες οι εκτιμήσεις των συντελεστών των δύο υποδειμάτων για κάθε μια από τις μετοχές που μελετώνται στην παρούσα εργασία. Επιπλέον, επισημαίνονται και όλες οι τιμές του

κριτηρίου BIC για κάθε δείκτη, με βάση το οποίο έγινε η επιλογή του βέλτιστου υποδείγματος.

Πίνακας 4.13

Εκτίμηση Συντελεστών Υποδειγμάτων ARCH-GARCH 2020-2022

	<i>ARCH</i> (1)			<i>GARCH</i> (1, 1)				
	α_1	(Error)	BIC	α_1	(Error)	β_1	(Error)	BIC
LHA.DE	0,1509	0.123	-2771,54	0,0555	4.521e-02	0.7774	8.440e-02	-2772.12
AF.PA	0.0284	2.082e-02	-2443.08	0.0375	5.383e-02	0.7908	5.836e-02	-2443.65
IAG.L	0.1806	0.137	-2441.66	0.0500	3.659e-02	0.9300	7.962e-02	-2527.94
SAS	0.1628	0.131	-1739.34	0.0100	2.611	0.9700	0.699	-1844.81
RYA.ST	0.0109	3.127e-02	-2967.84	0.0289	1.399e-02	0.9559	1.256e-02	-2999.1
AEGN	0.3037	0.174	-2771.37	0.0729	1.896e-02	0.9125	1.896e-02	-2998.08
WIZZ.L	0.2362	6.799e-02	-2649.39	0.0944	2.820e-02	0.8333	5.997e-02	-2723.46

Αντίστοιχα, στα δεδομένα που εκτιμήθηκαν στον Πίνακα 4.13 όλοι οι συντελεστές των δύο υποδειγμάτων *ARCH* – *GARCH* μαζί με τον βέλτιστο κριτήριο BIC για την περίοδο που αφορά τα έτη 2019-2020. Σε αυτή την περίπτωση, είναι ολοφάνερο πως τα κριτήρια BIC όλων των διαμορφωμένων υποδειγμάτων ετεροσκεδαστικότητας μέσω των ιστορικών τιμών που έλαβαν οι υπό μελέτη μετοχές, συγκλίνουν στο υπόδειγμα *GARCH*(1,1) ως καλύτερη επιλογή.

Η διαδικασία Box & Jenkins καθορίζει σε τέσσερα βασικά βήματα τον προσδιορισμό του ρίσκου που θα αναλάβει κανείς από μία επένδυση σε μια μετοχή. Η προσέγγιση του, είναι εύκολο να υπολογιστεί μόνο με την γνώση του υποδείγματος *ARMA*(p, q) για κάθε μία σειρά, αλλά και του υποδείγματος ετεροσκεδαστικότητας *ARCH*(m) – *GARCH*(m, s) για εξάλειψη του προβλήματος αστάθειας (ή μεταβλητότητας) στα κατάλοιπα. Σημαντικό εργαλείο για την διάκριση των βέλτιστων υποδειγμάτων αποτελούν τα πληροφοριακά κριτήρια Akaike's Information Criterion (AIC) και Schwarz Information Criterion (BIC) που καθίστανται καθοριστικοί παράγοντες επιλογής υποδειγμάτων τόσο των *ARMA* όσο και των *ARCH* – *GARCH* και ως συνέπεια, ενισχύουν την ορθή και προσεγγιστικά άριστη πρόβλεψη του *VaR*.

4.5 Εκτίμηση Αξίας σε Κίνδυνο (VaR)

Η πρόβλεψη κινδύνου των αποδόσεων των μετοχών γίνεται με βάση το επιλεγμένο $ARMA(p, q) - GARCH(m, s)$ υπόδειγμα για κάθε μια χρονοσειρά. Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο τρίτο κεφάλαιο, η τιμή που λαμβάνει το VaR δίνεται από την σχέση $VaR_{t+1} = \hat{x}_t(1) - Z\hat{\sigma}_t(1)$, όπου \hat{x}_t είναι η προβλεπόμενη τιμή της χρονοσειράς για την επόμενη χρονική περίοδο, $\hat{\sigma}_t$ αποτελεί τη πρόβλεψη της υπό συνθήκη διακύμανσης και Z μια ποσότητα η οποία εξαρτάται από την κατανομή και από το επίπεδο εμπιστοσύνης που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του VaR .

Επομένως, η τιμή που θα λάβει η $\hat{x}_t(1) \approx 0$, καθώς ο μέσος όρος όλων των λογαριθμικών αποδόσεων τόσο την περίοδο 2017-2019 αλλά και 2020-2022 είναι πολύ κοντά στο μηδέν. Γίνεται η υπόθεση της κανονικής κατανομής όπου στην πράξη χρησιμοποιούνται οι τιμές της Z από το πίνακα της τυπικής κανονικής κατανομής. Για επίπεδο εμπιστοσύνης $\alpha = 95\%$ και $\alpha = 99\%$ οι αναλογούντες τιμές είναι 1,64 και 2,32 αντίστοιχα. Το τελικό VaR που θα προκύψει αφορά ένα ποσοστό επί τη συνολική απόδοση απαντώντας στο ερώτημα του ποιο είναι το χειρότερο πιθανό σενάριο.

Στον Πίνακα 4.14 και στον Πίνακα 4.15, αναγράφονται όλες οι τιμές πρόβλεψης του VaR για κάθε μια μετοχή των υπό μελέτη ευρωπαϊκών αεροπορικών εταιρειών. Η πρόβλεψη γίνεται τόσο με χρήση υποδείγματος $ARCH(1)$ όσο και με $GARCH(1,1)$ για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και 99% ταυτόχρονα. Με μια πρώτη ματιά, παρατηρείται πως οι εκτιμήσεις της τιμής VaR που προκύπτουν από τη χρήση του υποδείγματος $GARCH(1,1)$ είναι υψηλότερες από εκείνες που προκύπτουν από το υπόδειγμα $ARCH(1)$. Ο λόγος που συμβαίνει οφείλεται στο γεγονός πως στη συγκεκριμένη περίπτωση δεδομένων, το υπόδειγμα $GARCH(1,1)$ προσδιορίζει μεγαλύτερη τιμή για τη υπό συνθήκη διακύμανση των χρονοσειρών σε σχέση με το $ARCH(1)$ υπόδειγμα.

Αναλύοντας τον Πίνακα 1.14, διαπιστώνεται πως για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% σε ένα υπόδειγμα $ARCH(1)$, ο κίνδυνος κυμαίνεται από 2,8% έως 6,5% ενώ για επίπεδο 99%, κυμαίνεται από 4% έως 9,3%. Αντίστοιχα, στο υπόδειγμα $GARCH(1,1)$ οι τιμές που λαμβάνει ο κίνδυνος σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99% είναι σαφώς υψηλότερος από το 95%. Επομένως, για 95% επίπεδο εμπιστοσύνης ο κίνδυνος λαμβάνει τιμές από 0,3% έως 27% και για επίπεδο 99% από 0,5% έως 38%.

Πίνακας 1.14
Εκτιμήσεις VaR 2017 – 2019

		<i>ARCH(1)</i>		<i>GARCH(1, 1)</i>		
		95%	99%	95%	99%	
LHA	2^η	-0.03219	-0.04554	6^η	-0.16462	-0.23288
AF.PA	7^η	-0.06587	-0.09318	7^η	-0.27014	-0.38215
IAG(L)	1^η	-0.02864	-0.04051	1^η	-0.00373	-0.00527
SAS	6^η	-0.05415	-0.0766	3^η	-0.02595	-0.03671
RYAN	3^η	-0.03417	-0.04833	2^η	-0.01875	-0.02653
AEGEAN	4^η	-0.04229	-0.05982	4^η	-0.05773	-0.08167
WIZZ	5^η	-0.04941	-0.0699	5^η	-0.05809	-0.08218
M.O	-	- 0.0438	-0.0619	-	- 0.0855	- 0.1210

Εντυπωσιακό γεγονός αποτελεί η υψηλή απόκλιση στις τιμές του *VaR* ανάμεσα στις αποδόσεις μετοχών μέσω του υποδείγματος *GARCH(1,1)* σε δύο από τις επτά μετοχές, οι οποίες φαίνεται να αναλύονται καλύτερα από το *ARCH(1)* υπόδειγμα (Πίνακας 1.12). Σύμφωνα με την ανάλυση για τα έτη 2017-2019, η λιγότερο επικίνδυνη επένδυση και τόσο σε επίπεδο εμπιστοσύνης όσο και σε επίπεδο υποδείγματος αποτελεί η μετοχή της IAG ενώ χειρίστη επιλογή είναι εκείνη της Air France-KLM.

Ο Πίνακας 1.15 αποτελεί πρόβλεψη κινδύνου μετοχών που αφορά τα έτη ύστερα από την οικονομική και υγειονομική κρίση που πέρασε στα τέλη του 2019. Με την πρώτη εικόνα διαπιστώνεται πως ο κίνδυνος για αυτή την περίοδο έχει σχεδόν διπλασιαστεί για όλες τις μετοχές. Επομένως, σύμφωνα με το υπόδειγμα *ARCH(1)* σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή του *VaR* κυμαίνεται από 4,9% έως 16%. Αντίστοιχα, για 99% διάστημα εμπιστοσύνης λαμβάνει τιμές από 7% έως 23%. Το *GARCH(1,1)* σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% δίνει στην *VaR* τιμές από 2% έως 120% ενώ ταυτόχρονα για 99% από 3% έως 170%. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, το χρονικό διάστημα 2020-2022 αποτελεί μια περίοδο έντονης αβεβαιότητας με υψηλές πιθανές αποκλίσεις. Για το εν λόγω διάστημα, ως καλή επένδυση φαίνεται να είναι η μετοχή της Ryanair. Ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός διαφωνίας ανάμεσα στα δύο υποδείγματα σε επίπεδο υψηλότερου κινδύνου. Συγκεκριμένα, ενώ το υπόδειγμα *ARCH(1)* επιδεικνύει την μετοχή της Aegean Airlines για χειρίστη επιλογή επένδυσης, το γενικευμένο υπόδειγμα

GARCH(1,1) εκτιμά υψηλότερο κίνδυνο στη μετοχή της σκανδιναβικής SAS. Σύμφωνα με τον Πίνακα 1.13, που αφορά την εκτίμηση των συντελεστών για επιλογή βέλτιστου ετεροσκεδαστικού υποδείγματος, φαίνεται πως η επιλογή των *GARCH(1,1)* για τη χρονική περίοδο 2020-2022 είναι ομόφωνη.

Πίνακας 1.15
Εκτιμήσεις VaR 2020 – 2022

		<i>ARCH(1)</i>		<i>GARCH(1, 1)</i>	
		95%	99%	95%	99%
LHA	4^η	-0.09493	-0.1343	5^η	-0.12551 -0.17756
AF.PA	2^η	-0.07104	-0.10049	3^η	-0.09193 -0.13005
IAG(L)	5^η	-0.11654	-0.16486	6^η	-0.12705 -0.17973
SAS	6^η	-0.14205	-0.20094	7^η	-1.20763 -1.70835
RYAN	1^η	-0.04966	-0.07025	1^η	-0.02147 -0.03037
AEGEAN	7^η	-0.16556	-0.2342	2^η	-0.03179 -0.04497
WIZZ	3^η	-0.07801	-0.11036	4^η	-0.09249 -0.13084
M.O	-	- 0.1025	- 0.14505	-	- 0.2425 - 0.3431

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός της διατήρησης θέσεων κινδύνου των δύο χαμηλού κόστους αερογραμμών, Ryanair και Wizz Air. Παρά το έντονα αντίξοο περιβάλλον του κλάδου, οι δύο αερογραμμές κατάφεραν όχι μόνο να διατηρήσουν τα επίπεδα κινδύνου των αποδόσεων τους αλλά και να τα μειώσουν κι άλλο.

Η ανάλυση κινδύνου σε μετοχές μέσω της μεθόδου Value at Risk αποτελεί μια σπουδαία ανακάλυψη στον επιχειρηματικό κόσμο. Το χρηματιστήριο σχεδιάστηκε με σκοπό να προσδίδει ή να αφαιρεί αξία από μια επιχειρηματική μονάδα με σκοπό αξιότιμοι επενδυτές να αφιερώσουν χρόνο και χρήμα στην βέλτιστη επένδυση. Η λήψη αποφάσεων σχετικά με την καλύτερη επιλογή αποτελεί μια δύσκολη διαδικασία. Η μέθοδος *VaR* αποτελεί το ικανό αυτό εργαλείο που προσεγγίζει την έννοια της αβεβαιότητας με την χρήση μιας μόνο τιμής προερχόμενη από την τυπική απόκλιση των ιστορικών δεδομένων. Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η διαδικασία

πρόβλεψης της ανάλυσης κινδύνου σε επτά εταιρείες ηγέτες του ευρωπαϊκού αεροπορικού κλάδου. Η πρόβλεψη επιβεβαιώνει την οικονομική δυσχέρεια του κλάδου μέσω της άμεσης προσαρμογής των τιμών των μετοχών στο εξωτερικό αβέβαιο περιβάλλον με έτος εκκίνησης το 2020. Η οικονομική δυσχέρεια που προκλήθηκε από τον ιό Covid-19, έριξε το εισόδημα πολλών νοικοκυριών αναγκάζοντας το μεγαλύτερο πλήθος να επιλέγει χαμηλού κόστους αερογραμμές για τις εναέριες μεταφορές του.

4.6 Ανακεφαλαίωση

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφηκαν τα επτά προφίλ των υπό μελέτη ευρωπαϊκών αεροπορικών εταιρειών των οποίων οι μετοχές αναλύθηκαν στη συνέχεια. Κατόπιν, παρουσιάστηκε η διαδικασία ανάλυσης κινδύνου με τη χρήση της μεθόδου Value at Risk της διακύμανσης – συνδυακίμανσης για κάθε μία χρονοσειρά μετοχών. Η εκτέλεση της συγκεκριμένης μεθόδου γίνεται με την χρήση των στατιστικών εργαλείων για προσδιορισμό της τυπικής απόκλισης, όπου αποτελεί τον πολύτιμο λίθο της ανάλυσης. Μέσω του στατιστικού προγράμματος EViews διακρίνονται τα βασικά στατιστικά στοιχεία της ανάλυσης κάθε χρονοσειράς, η μετατροπή τους σε στάσιμες, η οπτικοποίηση δεδομένων για επιμέρους συμπεράσματα, ο καθορισμός των αρμόδιων υποδειγμάτων $ARIMA(p, d, q)$ και τέλος, η επαλήθευση της ετεροσκεδαστικής συμπεριφοράς. Η διαδικασία ανάλυσης ολοκληρώνεται με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R, όπου καθορίζει τα βέλτιστα υποδείγματα ετεροσκεδαστικότητας για κάθε χρονοσειρά με σκοπό την εξάλειψη αυτού του προβλήματος για άρτιο προσεγγιστικά αποτέλεσμα πρόβλεψης. Το τελικό στάδιο υπολογίζει μια ποσοστιαία τιμή VaR , η οποία ταυτίζεται με τον μέγιστο βαθμό κινδύνου που ενέχει μια επένδυση στην εκάστοτε μετοχή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexander, C. (2008). *Market Risk Analysis Volume I - Quantitative Methods in Finance*. John Wiley & Sons.
- Barry Holt, D. S. (2013). *Enterprise Risk Management (ERM): A New Way of Looking at Risk Management at an Organisational Level*. Ανάκτηση από <https://www.researchgate.net/>
- C. Chapman, S. W. (2003). *Project Risk Management Processes, Techniques and Insights (Second edition)*. John Wiley & Sons Ltd.
- Crouhy, G. a. (2006). *The Essentials of Risk Management*. McGraw-Hill.
- D'Acunto, F. (2017). *From Financial History to History & Finance*. Ανάκτηση από <https://www.researchgate.net/publication/326909835>
- Damodar Gujarati, D. P. (2017). *Οικονομετρία – Αρχές και Εφαρμογές (5η Έκδοση)*. Εκδόσεις Τζιόλα.
- David Allen, E. L. (2019). *Risk Analysis and Portfolio Modelling*. MDPI.
- Davies, R. (1964). *History of The World's Airlines*. Oxford University Press.
- Douglas C. Montgomery, C. L. (2015). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting (Second Edition)*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Enders, W. (2014). *Applied Econometric Time Series*. John Wiley & Sons.
- Engle, R. (2001). The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics. *Journal of Economic Perspectives*, σσ. 157-168.
- Gurudeo Anand Tularam, G. S. (2012). *Importance of Risk Analysis and Management– The Case of Australian Real Estate Market*.
- Holton, G. A. (2013). *Value-at-Risk – Theory and Practice (Second Edition)*.
- Jedynak, P. &. (2021). *Risk Management in Crisis*. London: Routledge.
- Loftin, L. K. (1985). *Quest for performance: The evolution of modern aircraft*. Washington: United States Government.
- Morrell, P. S. (2007). *Airline Finance (Third Edition)*. Ashgate Publishing Company.
- Pearson, T. J. (1996). *Risk Measurement – An Introduction to Value at Risk*. Ανάκτηση από researchgate: https://www.researchgate.net/publication/23744167_Risk_Measurement_An_Introduction_to_Value_at_Risk
- Peter J. Brockwell, R. A. (2002). *Introduction to Time Series and Forecasting (Second Edition)*. Springer.
- Przetacznik, S. (2022). *The evolution of risk management*. Ανάκτηση από researchgate: <https://www.researchgate.net/>
- R. H. Shumway, D. S. (2011). *Time Series Analysis and Its Applications (Third Edition)*. Springer.

- Sato, R. C. (2013, April). Risk assessment in airlines stocks market. *Journal of Transport Literature*, σσ. 352-372.
- Sironi, A. R. (2007). *Risk Management and Shareholders' Value in Banking*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Stanford University. (2001, June Friday). *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Ανάκτηση από <https://plato.stanford.edu/info.html>
- Stephen G. Cecchetti, K. L. (2015). *Money, Banking, and Financial Markets (Fourth Edition)*. McGraw-Hill Education.
- Thurston, D. B. (2000). *The World's most significant and Magnificent Aircraft: Evolution of the Modern Airplane*, Society of Automotive Engineers. Society of Automotive Engineers.
- Tony Merna, F. A.-T. (2008). *Corporate Risk Management (2nd Edition)*. John Wiley & Sons Ltd.
- Tsay, R. S. (2005). *Analysis of Financial Time Series (Second Edition)*. John Wiley & Sons.
- Wensveen, J. G. (2007). *Air Transportation A Management Perspective (Sixth Edition)*. Ashgate Publishing Company.
- Wensveen, J. G. (2015). *Air Transportation A Management Perspective (Eighth Edition)*. Routledge Taylor & Francis Group.
- Αγγελόπουλος, Π. (2013). *Τράπεζες και Χρηματοπιστωτικό Σύστημα*. Σταμούλης.
- Αγιακλόγλου, Χ. Ν. (χ.χ.). *Time Series Analysis*. Ανάκτηση από Unipi.gr: https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/OEP141/%CE%92%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/AF_18.pdf
- Αγιακόγλου, Χ. (2004). *Μέθοδοι Προβλέψεων και Ανάλυσης Αποφάσεων (Β' Έκδοση)*. Αθήνα: Εκδόσεις Γ. Μπένου.
- Στρατής Κουνιάς και Χρόνης Μωυσιάδης. (1995). *Θεωρία Πιθανοτήτων Τόμος Ι*. Εκδόσεις Ζήτη.
- <https://ourworldindata.org/>
- <https://www.icao.int/Pages/default.aspx>
- <https://www.wikipedia.org/>
- <https://www.wrightbrothers.org/>
- <https://covid19.gov.gr/>
- <https://www.iata.org/>
- <https://www.airlines.org>
- <https://www.easa.europa.eu/eco/eaer>
- <https://ec.europa.eu/eurostat>
- <https://www.oag.com/frequency-capacity-statistics>
- <https://www.eurocontrol.int/>

<https://www.worldairlineawards.com/>
<https://www.scooperatings.com/>
<https://plato.stanford.edu/index.html>
<https://www.nobelprize.org>
<https://www.airlines.iata.org>
<https://ukdiss.com>
<https://scholar.google.com/>
<https://el.wikipedia.org/wiki/Πύλη:Κύρια>
<https://www.britishmuseum.org>
<https://www.mckinsey.com>
<https://www.insurancedaily.gr>
<https://www.flightworx.aero>
<https://www.researchgate.net/>
<https://openresearchlibrary.org/>
<https://www.jstor.org/action/doBasicSearch?theme=open&Query=risk%20management>
<https://www.lufthansa.com/gr/el/lufthansa-group-star-alliance-and-partner-airlines>
<https://www.airfranceklm.com/en/finance>
<https://www.iairgroup.com/en>
<https://www.sasgroup.net/>
<https://investor.ryanair.com/>
<https://el.about.aegeanair.com/ependytes/financial-results/>
<https://www.tapairportugal.com/en>
<https://wizzair.com/en-gb/information-and-services/investor-relations/results-calendar>