



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Εκτίμηση των επιπτώσεων από την εφαρμογή του
Μηχανισμού Κοινής Λήψης Αποφάσεων (ACDM)
στον Διεθνή Αερολιμένα Ηρακλείου



ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Θ. ΠΑΠΑΜΙΧΑΛΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ : ΒΟΥΛΑ ΨΑΡΑΚΗ-ΚΑΛΟΥΠΤΣΙΔΗ, ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2010



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Εκτίμηση των επιπτώσεων από την εφαρμογή του
Μηχανισμού Κοινής Λήψης Αποφάσεων (ACDM)
στον Διεθνή Αερολιμένα Ηρακλείου



ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Θ. ΠΑΠΑΜΙΧΑΛΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ : ΒΟΥΛΑ ΨΑΡΑΚΗ-ΚΑΛΟΥΠΤΣΙΔΗ, ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2010

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ευκαιρία που μου δίνεται θα ήθελα να ευχαριστήσω ένα σύνολο ανθρώπων που κατά την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας με περιέβαλλαν, τόσο σε επιστημονικό επίπεδο συνεργασίας, όσο και σε κοινωνικό επίπεδο.

Κατ' αρχάς, οφείλω θερμές ευχαριστίες στην επιβλέπουσα κα. Βούλα Ψαράκη-Καλουπτσίδη, Επίκουρη Καθηγήτρια Ε.Μ.Π., που μου ανέθεσε την διπλωματική εργασία, δίνοντας μου την ευκαιρία να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο, πολύ ενδιαφέρον θέμα και μου προσέφερε τις πολύτιμες επιστημονικές συμβουλές της, οποτεδήποτε αυτό χρειάστηκε. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στο συνάδελφο και υποψήφιο διδάκτορα του Ε.Μ.Π., Αθανάσιο Κατσαρό, για την καθοδήγηση του, αλλά και την ηθική υποστήριξη κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Παράλληλα, ευχαριστώ τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κ. Αθανάσιο Μπαλλή, Επίκουρο Καθηγητή Ε.Μ.Π., και κ. Αντώνιο Σταθόπουλο, Καθηγητή Ε.Μ.Π., για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους.

Επιπλέον, ευχαριστώ όλους τους καθηγητές μου στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, για την επιστημονική γνώση που μου μετέδωσαν κατά την διάρκεια των σπουδών μου στην Σχολή Πολιτικών Μηχανικών.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση και την ηθική και υλική υποστήριξη σε κάθε μου προσπάθεια.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΚΟΙΝΗΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ (ACDM) ΣΤΟΝ ΔΙΕΘΝΗ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

Δημήτριος Θ. Παπαμιχάλης

Επιβλέπουσα : Βούλα Ψαράκη – Καλουπποσίδη, Επίκουρη Καθηγήτρια ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ

Το πρόβλημα των καθυστερήσεων σε σχέση με την διαχείριση της λειτουργίας των αεροδρομίων αποτελεί ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα για τον τομέα των αερομεταφορών. Η αναντιστοιχία ζήτησης και χωρητικότητας στα αεροδρόμια έχει οδηγήσει σε διαφορετικές πρακτικές λύσης του προβλήματος σε Αμερική και Ευρώπη. Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας είναι η παρουσίαση του Μηχανισμού Κοινής Λήψης Αποφάσεων (ACDM) όπως εκείνος εφαρμόζεται στην Αμερική από την FAA και στην Ευρώπη από το Eurocontrol, και η εκτίμηση των επιπτώσεων που θα έχει η εφαρμογή της Ευρωπαϊκής εκδοχής στον Διεθνή Αερολιμένα Ηρακλείου. Για τον σκοπό αυτό, πραγματοποιείται ανάλυση των στοιχείων πτήσεων στο αεροδρόμιο την περίοδο Ιουλίου – Αυγούστου 2009 ώστε να φανεί εξαχθούν σημαντικές πληροφορίες όπως ο χρόνος παραμονής αεροσκάφους στο αεροδρόμιο, και γίνεται εκτίμηση της κίνησης για το έτος 2020, έτσι ώστε να φανεί η χρησιμότητα της εφαρμογής μέσα από συγκεκριμένα σενάρια επιρροής του ACDM στην χωρητικότητα του αεροδρομίου.

Λέξεις κλειδιά : Δηλωμένη χωρητικότητα, συντονισμός, καθυστερήσεις, ζήτηση, ACDM, κοινή αντίληψη καταστάσεων, Ανταλλαγή πληροφοριών, Προγράμματα καθυστερήσεων στο έδαφος (GDP), συνεργατικές αποφάσεις, τυπική ώρα αιχμής

IMPACT ASSESSMENT ANALYSIS OF AIRPORT COLLABORATIVE DECISION MAKING (ACDM) IMPLEMENTATION AT HERAKLION INTERNATIONAL AIRPORT

Dimitrios T. Papamichalis

Supervisor : Voula Psaraki-Kalouptsidi, Assistant Professor NTUA

ABSTRACT

The delay problems in accordance with the airport operations' management is an unresolved issue for air transportation. The mismatch of demand and capacity at the airports has led into different solution approaches in America and in Europe. The aim of this Diploma Thesis is to introduce the Airport Collaborative Decision Making (ACDM) as it is implemented in America by FAA and in Europe by Eurocontrol, and to assess the impact of the implementation of the European version at Heraklion International Airport. For that cause, an analysis of all the flight elements for July and August 2009 is carried out in order to extract many useful information, such as the exact time an aircraft stays at the airport, and a rough estimation of the traffic at the airport in 2020 is held, so that the usefulness of the implementation is being valued through specific impact scenarios of the ACDM in the capacity of the airport.

Key words : Declared capacity, coordination, delays, demand, ACDM, common situational awareness, Information Sharing, Ground Delay Programs (GDP), collaborative decisions, typical peak hour

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι να παρουσιάσει την εφαρμογή του Μηχανισμού Κοινής Λήψης Αποφάσεων (ACDM) όπως εφαρμόζεται στην Αμερική και στην Ευρώπη και να εκτιμήσει τις επιπτώσεις από την εφαρμογή της Ευρωπαϊκής εκδοχής στον Διεθνή Αερολιμένα Ηρακλείου.

Τα προβλήματα χωρητικότητας που παρουσιάζονται στα αεροδρόμια όλου του κόσμου έχουν οδηγήσει σε διάφορες μεθόδους αντιμετώπισης τους. Στην Αμερική η FAA εφαρμόζει το CDM με την χρήση Προγραμμάτων Καθυστερήσεως στο Έδαφος (GDP) για αεροσκάφη. Οι αεροπορικές εταιρίες καθορίζουν το πρόγραμμα τους και το αποστέλλουν στην Κεντρική Αρχή (FAA) η οποία είναι υπεύθυνη για να ρυθμίσει τον τρόπο που θα πραγματοποιηθούν οι πτήσεις, αφού πρώτα έχει υπολογίσει τον ρυθμό εξυπηρέτησης αφίξεων αεροσκαφών σε κάθε αεροδρόμιο. Για την πραγματοποίηση του προγράμματος μπορεί να εφαρμόσει καθυστερήσεις στο έδαφος για τα αεροσκάφη που δεν μπορούν να προσγειωθούν καθώς ξεπερνούν την χωρητικότητα του αεροδρομίου, ή ακόμα και στον αέρα με αναγκαστική μείωση της ταχύτητας πτήσης. Έπειτα, είναι στο χέρι των εταιριών να ακυρώσουν ή να συμπτύξουν πτήσεις με δική τους ευθύνη. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν μεγάλη μείωση στα κόστη για τις αεροπορικές εταιρίες.

Στην Ευρώπη το ACDM στοχεύει περισσότερο στην βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων του αεροδρομίου. Η ανταλλαγή πληροφοριών, η ενημέρωση κατάλληλης πλατφόρμας και η επίτευξη συγκεκριμένων στόχων κατά την διάρκεια της συνολικής παραμονής του αεροσκάφους στο αεροδρόμιο, λειτουργούν εντός του ίδιου αεροδρομίου με σκοπό την αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση των υποδομών του. Τα αποτελέσματα από το αεροδρόμιο του Μονάχου, το μοναδικό που έχει εφαρμοστεί πλήρως το ACDM, δείχνουν μείωση των καθυστερήσεων, καλύτερη τήρηση των χρονοπαραθύρων και βελτιωμένη συνολική λειτουργία του αεροδρομίου. Για την Ελλάδα, το Eurocontrol εξετάζει την εφαρμογή του ACDM στα αεροδρόμια της Αθήνας και του Ηρακλείου, ενώ στην Αθήνα έχει γίνει και μια μικρή εφαρμογή την περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων 2004.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε ανάλυση της κίνησης στο αεροδρόμιο του Ηρακλείου για την περίοδο Ιουλίου και Αυγούστου 2009 με στοιχεία τα οποία παρείχε η Ελληνική Υ.Π.Α.. Εξετάστηκε η μηνιαία, ημερήσια και ωριαία διακύμανση για την εξεταζόμενη περίοδο, ενώ έγινε και συσχέτιση με τα λεπτά καθυστερήσεων τα οποία εκδίδει η Υ.Π.Α.. Με την εύρεση του καθαρού μέσου χρόνου παραμονής του αεροσκάφους στο αεροδρόμιο, εξετάστηκε η

δυνατότητα δημιουργίας πρόσθετων κινήσεων από την εφαρμογή του ACDM στο αεροδρόμιο, μέσω της πιθανής μείωσης που θα επιφέρει στον χρόνο αυτό. Με την μεθοδολογία αυτή επιχειρήθηκε να γίνει μια προσέγγιση για την χρησιμότητα της εφαρμογής, και κατά πόσο θα εξυπηρετούσε την εκτιμώμενη κίνηση για το έτος 2020. Για την κίνηση το 2020, έγινε χρήση γραμμικής παλινδρόμησης σε στοιχεία που εκδίδει η Υ.Π.Α. για πτήσεις από και προς το αεροδρόμιο Ηρακλείου την περίοδο 1978-2007. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή του ACDM στο αεροδρόμιο Ηρακλείου θα έχει θετικές επιπτώσεις σε ότι αφορά την γενικότερη λειτουργία του, αλλά, οριακά, δεν το καθιστά ικανό να ανταπεξέλθει στην εκτιμώμενη κίνηση για το επιλεγμένο έτος μελέτης 2020.

ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Κεφάλαιο 1 : Στόχος του πρώτου κεφαλαίου είναι να εισάγει τις έννοιες της χωρητικότητας διαδρόμου, της χωρητικότητας των λοιπών υποσυστημάτων ενός αεροδρομίου και τον βαθμό που επηρεάζουν την δηλωμένη χωρητικότητα, και του συντονισμού δρομολογίων. Γίνεται, επίσης, επισκόπηση και των επιπέδων συντονισμού των αεροδρομίων στην Ελλάδα.

Κεφάλαιο 2 : Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται ο Μηχανισμός Κοινής Λήψης Αποφάσεων (ACDM) όπως εφαρμόζεται στην Αμερική από την FAA και στην Ευρώπη από το Eurocontrol. Γίνεται αναφορά στην σύνθεση, τους στόχους και τα αποτελέσματα των εφαρμογών όπως έχουν διαμορφωθεί είτε από ολοκληρωμένες εφαρμογές είτε από αναλύσεις.

Κεφάλαιο 3 : Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια ανασκόπηση της προετοιμασίας για την εφαρμογή του ACDM στα Ελληνικά αεροδρόμια. Στο αεροδρόμιο της Αθήνας έχει πραγματοποιηθεί μια πρόσκαιρη εφαρμογή την περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων του 2004, ενώ για το αεροδρόμιο Ηρακλείου μόνο μια μελέτη σκοπιμότητας από το Eurocontrol.

Κεφάλαιο 4 : Στο τελευταίο κεφάλαιο αναλύεται η κίνηση στο αεροδρόμιο Ηρακλείου για την περίοδο Ιουλίου – Αυγούστου 2009. Εξάγονται η μηνιαία, ημερήσια και ωριαία διακύμανση της κίνησης. Υπολογίζεται ο χρόνος παραμονής αεροσκάφους στο αεροδρόμιο και γίνεται εκτίμηση για την επάρκεια της χωρητικότητας του αεροδρομίου το έτος 2020 μετά την εφαρμογή του ACDM σε αυτό. Τέλος, αποτυπώνονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την μελέτη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΣΥΝΟΨΗ	4
ABSTRACT.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	8
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	11
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	11
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	12
Κεφάλαιο 1 . Διαχείριση πόρων αεροδρομικής χωρητικότητας	14
1.1) Χωρητικότητα διαδρόμου	14
1.2) Χωρητικότητα λοιπών υποσυστημάτων	18
1.3) Διαχείριση Ζήτησης μέσω συντονισμού χρονοπαραθύρων	21
1.4) Συντονισμός χρονοπαραθύρων στα Ελληνικά αεροδρόμια.....	27
Κεφάλαιο 2 . Μηχανισμός Κοινής Λήψης Αποφάσεων στα Αεροδρόμια (ACDM)	29
2.1) Εισαγωγή	29
2.2) Εφαρμογή στις ΗΠΑ (FAA)	30
2.2.1) Σύνθεση και σκοπιμότητα	31
2.2.2) Αποτελέσματα ολοκληρωμένης εφαρμογής.....	46
2.3) Εφαρμογή στην Ευρώπη (Eurocontrol).....	48
2.3.1) Σχεδιασμός και σκοπιμότητα	49
2.3.3) Αποτελέσματα μερικής εφαρμογής	65
2.3.4) Προβλέψεις για το δίκτυο των Ευρωπαϊκών αερολιμένων	67
2.4) Σύγκριση	69
Κεφάλαιο 3 . Προετοιμασία σε Ελληνικούς αερολιμένες	70
3.1) Αεροδρόμιο Αθηνών «Ελ. Βενιζέλος»	70
3.2) Αεροδρόμιο Ηρακλείου «Ν. Καζαντζάκης»	77
Κεφάλαιο 4 . Περίπτωση Μελέτης : Διεθνής Αερολιμένας Ηρακλείου	80
4.1) Γενική περιγραφή αερολιμένα	80
4.2) Ανάλυση κίνησης.....	81
4.2.1) Μηνιαία διακύμανση	81
4.2.2) Ημερήσια διακύμανση	84

4.2.3) Ωριαία διακύμανση	90
4.3) Εκτίμηση επιπτώσεων Λ CDM : Μεθοδολογία – Αποτελέσματα - Πρόβλεψη	97
Κεφάλαιο 5 . Συμπεράσματα.....	104
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	107

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1 . Μηνιαία Διακύμανση Συνολικής Κίνησης 2003-2006	82
Γράφημα 2 . Μέσος Όρος Μηνιαίας Συνολικής Διακύμανσης 2003-2006	82
Γράφημα 3 . Μέσος Όρος Μηνιαίας Κίνησης Επιβατών 2003-2006	83
Γράφημα 4 . Μέσο μηνιαίο ποσοστό κινήσεων εξωτερικού 2003-2006.....	84
Γράφημα 5 . Εβδομαδιαία κίνηση Ιουλίου 2009 σε ποσοστά κατανομής	87
Γράφημα 6 . Ημερήσιες κινήσεις Ιουλίου 2009.....	88
Γράφημα 7 . Εβδομαδιαία κίνηση Αυγούστου 2009 σε ποσοστά κατανομής	89
Γράφημα 8 . Ημερήσιες κινήσεις Αυγούστου 2009.....	89
Γράφημα 9 . Κινήσεις σε ωριαία βάση την Κυριακή 5/7	91
Γράφημα 10 . Ποσοστιαία κατανομή κινήσεων, Κυριακή 5/7	91
Γράφημα 11 . Κίνηση σε ωριαία βάση την Δευτέρα 17/8	92
Γράφημα 12 . Ημερήσιοι μέσοι όροι κινήσεων Ιουλίου και Αυγούστου	93
Γράφημα 13 . Ωριαία διακύμανση των κινήσεων τις 2 δυσμενέστερες μέρες των δύο μηνών	94
Γράφημα 14 . Σχέση κινήσεων-καθυστερήσεων, Ιούλιος 2009	95
Γράφημα 15 . Σχέση κινήσεων-καθυστερήσεων, Αύγουστος 2009	95
Γράφημα 16 . Εξοικονόμηση χρόνου και κινήσεων από την εφαρμογή μείωσης του μέσου χρόνου παραμονής αεροσκάφους στο αεροδρόμιο Ηρακλείου	100
Γράφημα 17 . Εξέλιξη κίνησης 1978-2020	101
Γράφημα 18 . Παρούσα & εκτιμώμενη κατάσταση - Σενάρια μείωσης χρόνου..	102

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 . Επίπεδα συντονισμού αεροδρομίων	24
Εικόνα 2 . Συστατικά στοιχεία του CDM.....	36
Εικόνα 3 . Διαδικασία της Συμπίεσης ως μέρος των GDPs του CDM. (Source: Harsha 2009).....	41
Εικόνα 4 . Στοιχεία Δεδομένων ACISP (Source: Eurocontrol 2010b).....	52
Εικόνα 5 . Χρήστη του ACDM στο αεροδρόμιο Heathrow του Λονδίνου (Source : Eurocontrol 2010a)	53
Εικόνα 6 . ACDM Milestone Approach. (Source: Eurocontrol 2008).....	55
Εικόνα 7 . Ακολουθία αναχώρησης βασισμένη σε προτιμήσεις και περιορισμούς	57
Εικόνα 8 . Τοπικό και Περιφερειακό ACDM	61

Εικόνα 9 . Βασική πλατφόρμα του TMTool	73
Εικόνα 10 . Σύμβολα του TMTool	74
Εικόνα 11 . Χάρτης αεροδρομίου Ηρακλείου «Ν. Καζαντζάκης», (ICAO, 2004). 80	
Εικόνα 12 . Ανάλυση στοιχείων πτήσεων σε φύλλα excel	85
Εικόνα 13 . Ημερήσια και ωριαία κατανομή πτήσεων	86
Εικόνα 14 . Υπολογισμός μέσου χρόνου παραμονής αεροσκάφους.....	98
Εικόνα 15 . Διαδικασία turnaround αεροσκάφους [16]	103

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 . Στοιχεία συντονισμού των Ελληνικών αεροδρομίων	28
Πίνακας 2 . Σενάρια μείωσης του μέσου χρόνου παραμονής στο έδαφος	99

Κεφάλαιο 1 . Διαχείριση πόρων αεροδρομικής χωρητικότητας¹

1.1) Χωρητικότητα διαδρόμου

Η χωρητικότητα του πεδίου ελιγμών αποτελεί ένα θεμελιώδες θέμα στο σύγχρονο σχεδιασμό αεροδρομίων. Τυπικά, η χωρητικότητα του πεδίου ελιγμών και ειδικότερα του συστήματος διαδρόμων καθορίζει την χωρητικότητα του αεροδρομίου. Έμφαση δίνεται στην χωρητικότητα του συστήματος διαδρόμων των μεγάλων εμπορικών αεροδρομίων. Το σύμπλεγμα των διαδρόμων συνήθως δημιουργεί την «κυκλοφοριακή συμφόρηση» στη διαχείριση του συστήματος εναέριας κυκλοφορίας απλά γιατί η τρισδιάστατη κίνηση στον εναέριο χώρο μεταπίπτει στο μονοδιάστατο καθεστώς ροής «φάλαγγας» στο διάδρομο. Συνήθως είναι εξαιρετικά δύσκολο και χρονοβόρο να αυξηθεί σημαντικά η χωρητικότητα του συστήματος διαδρόμων ενός μεγάλου αεροδρομίου. Οι νέοι διάδρομοι μαζί με τις σχετικές ζώνες ασφαλείας, τις ζώνες απόσβεσης θορύβου κ.λπ. έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε εδαφική έκταση. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι εξίσου σημαντικές και απαιτούν μακροχρόνιες και περίπλοκες αναθεωρήσεις και διαδικασίες έγκρισης, με αβέβαιο αποτέλεσμα. Αντίθετα, η χωρητικότητα των επίγειων υποδομών (landside), (κτίρια επιβατών και εμπορευμάτων, οδικό δίκτυο πρόσβασης κ.λπ.), καθώς και η χωρητικότητα των λοιπών υποδομών του πεδίου ελιγμών (τροχιόδρομοι, δάπεδα) μπορούν εύκολα να αυξηθούν, με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, ώστε να εξισωθούν ή και να υπερβούν την χωρητικότητα του συστήματος διαδρόμων.

Χωρητικότητα διαδρόμου είναι μια πιθανολογική ποσότητα, μια τυχαία μεταβλητή, η οποία μπορεί να πάρει διαφορετικές τιμές σε διαφορετικούς χρόνους, βάσει των περιστάσεων. Ένα απλό παράδειγμα είναι ότι ο αριθμός των αφίξεων και των αναχωρήσεων που μπορεί να εξυπηρετήσει ένας διάδρομος οποιαδήποτε ώρα σε ένα μεγάλο αεροδρόμιο, εξαρτάται από τη σύνθεση των αεροσκαφών που θα χρησιμοποιήσουν τον διάδρομο κατά τη διάρκεια της ώρας. Εάν, για παράδειγμα, η σύνθεση των αεροσκαφών περιλαμβάνει ένα μεγάλο

¹ Πηγή : [1]

ποσοστό αεροσκαφών ευρείας ατράκτου (B747, MD-11, A340 κ.λπ.), η χωρητικότητα είναι μικρότερη από την χωρητικότητα που προκύπτει αν η σύνθεση έχει μεγαλύτερο ποσοστό μικρών αεροσκαφών (ελικοφόρα , B737 κ.λπ.). Ο λόγος είναι ότι τα μεγάλα αεροσκάφη δημιουργούν αεροδίνες που θέτουν σε κίνδυνο τα αεροσκάφη που βρίσκονται ακριβώς πίσω τους. Για λόγους ασφαλείας οι διαχειριστές της εναέριας κυκλοφορίας ,ATM, (δηλαδή η FAA στις ΗΠΑ) απαιτούν μεγαλύτερους διαχωρισμούς (σε χρόνο ή απόσταση) μεταξύ ζευγών διαδοχικών αεροσκαφών όταν το πρώτο αεροσκάφος του ζεύγους είναι μεγάλο. Ακόμη και αν οι συνθέσεις των στόλων αεροσκαφών είναι ταυτόσημες, οι κινήσεις που εξυπηρετούνται από έναν διάδρομο μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τους επικρατούντες ανέμους, την ορατότητα, την ικανότητα των ελεγκτών εναέριας κυκλοφορίας που εργάζονται εκείνη την ώρα και πολλούς άλλους παράγοντες. Έτσι, οι αριθμοί που εκφράζουν την χωρητικότητα ενός συστήματος διαδρόμων σε κάθε αεροδρόμιο ουσιαστικά αναφέρονται στο «μέσο» αριθμό ή *αναμενόμενο αριθμό* κινήσεων που μπορεί να εξυπηρετηθεί στην μονάδα το χρόνου.

Το πρώτο βασικό μέτρο της χωρητικότητας διαδρόμου είναι η **μέγιστη χωρητικότητα** (ή χωρητικότητα κορεσμού). Ορίζεται ως ο αναμενόμενος αριθμός κινήσεων που μπορεί να εξυπηρετήσει ένα σύστημα διαδρόμων σε μία ώρα υπό συνθήκες συνεχούς ζήτησης, υπακούοντας σε όλους τους απαιτούμενους κανόνες διαχωρισμού που επιβάλλονται από την διαχείριση του συστήματος εναέριας κυκλοφορίας (Air Traffic Management System , ATM).

Δύο σημεία πρέπει να προσεχτούν σε αυτόν τον ορισμό. Πρώτον , ο υπολογισμός της μέγιστης χωρητικότητας προϋποθέτει γνώση των ειδικών συνθηκών κάτω από τις οποίες λειτουργεί ο διάδρομος. Αυτό σημαίνει ότι οι ισχύοντες διαχωρισμοί ATM, η σύνθεση των αεροσκαφών, η σύνθεση των κινήσεων (αφίξεις, αναχωρήσεις), η κατανομή των κινήσεων μεταξύ των διαδρόμων (εάν υπάρχουν περισσότεροι του ενός) και αρκετοί ακόμα παράγοντες είναι γνωστοί.

Δεύτερον , ο ορισμός της μέγιστης χωρητικότητας **δεν** λαμβάνει υπόψη το επίπεδο εξυπηρέτησης (Level of Service - LOS). Με άλλα λόγια, αναφέρεται αποκλειστικά στο μέσο αριθμό αεροσκαφών που μπορούν να εξυπηρετηθούν ανά ώρα, εάν το σύστημα διαδρόμων χρησιμοποιείται στην μέγιστη δυνατότητα του, υπό συνθήκες συνεχούς ζήτησης. Για αυτόν τον ορισμό της χωρητικότητας είναι αδιάφορο εάν η καθυστέρηση ανά κίνηση είναι ολίγων λεπτών ή μερικών ωρών.

Η απουσία οποιασδήποτε αναφοράς στο επίπεδο εξυπηρέτησης (LOS) δημιούργησε την ανάγκη ορισμού τριών ακόμα μέτρων ωριαίας χωρητικότητας. Κοινό τους χαρακτηριστικό είναι ότι ορίζουν την χωρητικότητα έμμεσα, μέσω του καθορισμού ενός αποδεκτού ορίου επιπέδου εξυπηρέτησης ή του φόρτου εργασίας των ελεγκτών εναέριας κυκλοφορίας. Τα τρία μέτρα είναι

1. Πρακτική ωριαία χωρητικότητα
2. Διατηρήσιμη χωρητικότητα
3. Δηλωμένη χωρητικότητα

Το μέτρο της **δηλωμένης χωρητικότητας (declared capacity)** ορίζεται ως ο αριθμός κινήσεων την ώρα που μπορεί να εξυπηρετήσει ένα αεροδρόμιο με ένα λογικό LOS. Η καθυστέρηση χρησιμοποιείται ως βασικός δείκτης του LOS. Η δηλωμένη χωρητικότητα χρησιμοποιείται ευρέως, εκτός των ΗΠΑ, ειδικά σε σχέση με τον «συντονισμό δρομολογίων» και την διάθεση των «χρονοπαραθύρων» (slots) σε κορεσμένα αεροδρόμια. Έτσι, κάθε αεροδρόμιο με προβλήματα κορεσμού «δηλώνει» μια χωρητικότητα, η οποία καθορίζει το όριο στον αριθμό των κινήσεων την ώρα που μπορούν να προγραμματιστούν σε αυτό το αεροδρόμιο. Για παράδειγμα, το καλοκαίρι του 1998, η δηλωμένη χωρητικότητα του London/Heathrow ήταν κατά μέσο όρο 80 κινήσεις την ώρα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να διατεθεί ένας μέσος αριθμός 78,8 κινήσεων την ώρα μεταξύ αεροπορικών εταιριών που επιθυμούσαν να χρησιμοποιήσουν το αεροδρόμιο κατά την διάρκεια των 17 (6:00-23:00) πιο δραστήριων, από πλευράς κίνησης, ωρών μιας τυπικής καλοκαιρινής μέρας. Πρέπει να σημειώσουμε ότι ο ακριβής αριθμός των προγραμματισμένων κινήσεων στο London/Heathrow κυμάνθηκε από 96 την ώρα μεταξύ 10:00 και 11:00 έως 32 μεταξύ 6:00 και 7:00. Έτσι σε αυτή την περίπτωση η δηλωμένη χωρητικότητα χρησιμοποιείται ως στόχος για τον μέσο όρο κινήσεων που προγραμματίζονται την ώρα. Σε άλλα αεροδρόμια όμως η δηλωμένη χωρητικότητα ερμηνεύεται ως το όριο του μέγιστου αριθμού των κινήσεων που μπορούν να προγραμματισθούν την ώρα.

Δυστυχώς, δεν υπάρχει ένας γενικά αποδεκτός ορισμός της δηλωμένης χωρητικότητας και μια καθιερωμένη μεθοδολογία καθορισμού της. Ουσιαστικά αποτελεί αρμοδιότητα των τοπικών ή εθνικών οργανισμών πολιτικής αεροπορίας σε συνεργασία με άλλα ενδιαφερόμενα μέλη να υπολογίσουν και να προσδιορίσουν την δηλωμένη χωρητικότητα. Οι προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτό ποικίλουν από χώρα σε χώρα και ακόμη από αεροδρόμιο σε αεροδρόμιο. Μερικές φορές η δηλωμένη χωρητικότητα προσδιορίζεται από τις χωρητικότητες του κτιρίου επιβατών ή του δαπέδου στάθμευσης αεροσκαφών, οι οποίες θεωρούνται πιο περιοριστικές από την

χωρητικότητα του συστήματος των διαδρόμων. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις, η δηλωμένη χωρητικότητα φαίνεται ότι προσεγγίζει το 85-90% της μέγιστης χωρητικότητας του συστήματος διαδρόμων. Η αιτιολογία της επιλογής αυτής είναι ότι εξασφαλίζει αξιοπιστία στη λειτουργία του αεροδρομίου κατά την διάρκεια μεγάλων περιόδων της ημέρας και ένα λογικό LOS.

Θα πρέπει να τονιστεί εδώ πως όταν αναφερόμαστε στην χωρητικότητα ενός αεροδρομίου A, έστω X κινήσεις την ώρα, υποθέτουμε έμμεσα ότι το X αποτελείται από 50% αφίξεις και 50% αναχωρήσεις. Όταν δεν συμβαίνει αυτό, η φράση περιλαμβάνει περισσότερες λεπτομέρειες.

Όλα τα προαναφερθέντα μέτρα χωρητικότητας χρησιμοποιούν ως μονάδα χρόνου την ώρα. Ένα άλλο μέτρο χωρητικότητας μεγάλου πρακτικού ενδιαφέροντος είναι η ετήσια χωρητικότητα του πεδίου ελιγμών, γιατί επιτρέπει την εύκολη σύγκριση με τις προβλέψεις της ζήτησης που δίνονται συνήθως ως ετήσιες εκτιμήσεις. Για τον λόγο αυτό, η FAA χρησιμοποιεί εδώ και αρκετά χρόνια τον όρο πρακτική ετήσια χωρητικότητα (PANCAP).

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την χωρητικότητα διαδρόμου είναι :

- Ο αριθμός και η γεωμετρική διάταξη των διαδρόμων.
- Οι διαχωρισμοί μεταξύ αεροσκαφών που επιβάλλονται από το σύστημα ATM.
- Η ορατότητα, το ύψος νέφωσης και οι υετοί.
- Η διεύθυνση και η ένταση των ανέμων.
- Η σύνθεση του στόλου των αεροσκαφών (mix) που χρησιμοποιούν το αεροδρόμιο.
- Η σύνθεση των αεροπορικών κινήσεων σε κάθε διάδρομο (μόνο αφίξεις, μόνο αναχωρήσεις ή και τα δύο) και η ακολουθία των κινήσεων.
- Ο τύπος και η θέση των εξόδων του (των) διαδρόμου(ων).
- Η κατάσταση και η απόδοση του συστήματος ATM.
- Οι περιορισμοί λόγω θορύβου και άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών.

1.2) Χωρητικότητα λοιπών υποσυστημάτων

Η συνολική χωρητικότητα του συστήματος τροchioδρόμων μπορεί να προσδιορισθεί θεωρητικά, από τον αριθμό των αεροσκαφών ανά ώρα που μπορεί να παραδώσει το σύστημα τροchioδρόμων από τα δάπεδα στάθμευσης στο σύστημα διαδρόμων και αντίστροφα. Από πρακτική άποψη, όμως, ένα πλήρως ανεπτυγμένο και λογικά σχεδιασμένο σύστημα τροchioδρόμων, όπως αυτό που διαθέτουν μεγάλα αεροδρόμια, δεν περιορίζει κατά κανόνα την χωρητικότητα του αεροδρομίου. Η διαπίστωση αυτή προκύπτει αν θεωρήσουμε το πιο βασικό στοιχείο ενός συστήματος τροchioδρόμων, τον τροchioδρομο πλήρους μήκους, δηλαδή τον τροchioδρομο που εκτείνεται παράλληλα καθ' όλο το μήκος ενός διαδρόμου και εξυπηρετεί αεροσκάφη από/προς τα δάπεδα προς/από τον διάδρομο. Αυτοί οι μεγάλοι σε μήκος τροchioδρομοι χρησιμοποιούνται ως λωρίδες μιας κατεύθυνσης για οποιαδήποτε διάταξη διαδρόμων. Η χωρητικότητα ροής ενός τροchioδρομου πλήρους μήκους ξεπερνά σημαντικά την χωρητικότητα του αντίστοιχου διαδρόμου και είναι προφανώς μεγαλύτερη εάν οι ταχύτητες τροchioδρόμησης είναι μεγαλύτερες ή οι αποστάσεις των αεροσκαφών είναι μικρότερες.

Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι το σύστημα τροchioδρόμων δεν έχει τοπικά σημεία κυκλοφοριακής συμφόρησης, σημεία δηλαδή όπου τα αεροσκάφη μπορεί να έχουν κάποιες καθυστερήσεις στην τροchioδρόμηση επιπλέον αυτών που αντιμετωπίζουν, ενώ περιμένουν για να χρησιμοποιήσουν τον διάδρομο. Διασταυρώσεις τροchioδρόμων, μικρά τμήματα τροchioδρόμων μεταξύ δύο διασταυρώσεων, σημεία όπου το αεροσκάφος που τροchioδρομεί πρέπει να διασχίσει έναν ενεργό διάδρομο, και θέσεις όπου έξοδοι μεγάλης ταχύτητας διασταυρώνονται με τροchioδρόμους αποτελούν πιθανά σημεία «στραγγαλισμού» του συστήματος τροchioδρόμων. Προβληματικά σημεία όπως τα παραπάνω εμφανίζονται σε παλιά αεροδρόμια με περιορισμούς χώρου. Τα σημεία αυτά εντοπίζονται εύκολα αν παρατηρήσουμε το σχέδιο γενικής διάταξης του πεδίου ελιγμών. Τα προβλήματα εντοπίζονται στην γεωμετρία του συγκεκριμένου αεροδρομίου, μπορούν δε να λυθούν μόνο μέσω των ειδικών μέτρων που λαμβάνουν υπόψη τις τοπικές συνθήκες. Οι ελεγκτές εδάφους, δηλαδή οι ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας που έχουν την ευθύνη της κυκλοφορίας στο έδαφος του αεροδρομίου, γενικά γνωρίζουν καλά την ύπαρξη τέτοιων προβληματικών σημείων στο σύστημα τροchioδρόμων και προσπαθούν να προλάβουν την επέκταση των τοπικών καθυστερήσεων σε όλο το πεδίο ελιγμών.

Συμπερασματικά, η συνολική χωρητικότητα του συστήματος τροchioδρόμων στα μεγάλα αεροδρόμια σχεδόν πάντα υπερβαίνει την χωρητικότητα του συστήματος διαδρόμων και δεν προκαλεί σημαντικό περιορισμό στην χωρητικότητα του διαδρόμου. Οι καθυστερήσεις σε συγκεκριμένα «προβληματικά σημεία» είναι σημαντικά μικρότερες από τις καθυστερήσεις λόγω των περιορισμών χωρητικότητας του συστήματος διαδρόμων. Μπορεί να υπάρχουν κάποιες εξαιρέσεις στα παλιά, περιορισμένου χώρου αεροδρόμια. Ο γενικός κανόνας είναι ότι τα προβλήματα χωρητικότητας στο σύστημα τροchioδρόμων προσιδιάζουν στο συγκεκριμένο αεροδρόμιο και πρέπει να λυθούν με βάση τις τοπικές συνθήκες.

Σε αντίθεση με το σύστημα τροchioδρόμων, η **χωρητικότητα των δαπέδων στάθμευσης** μπορεί περιστασιακά να αποτελέσει παράγοντα περιορισμού της συνολικής (εναέριας) χωρητικότητας αεροδρομίων με μικρή εδαφική έκταση. Τα δάπεδα αποτελούνται από τις περιοχές για απομακρυσμένες θέσεις στάθμευσης (remote) και από τις θέσεις στάθμευσης σε επαφή (contact) με το κτίριο επιβατών, καθώς και από τις τροchioδρομολωρίδες που διασχίζουν αυτές τις περιοχές. Οι θέσεις στάθμευσης μπορούν να διαιρεθούν στις θέσεις που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά από μία αεροπορική εταιρεία (ή από μια ομάδα συνεργαζόμενων αεροπορικών εταιριών ή συμμαχίας εταιριών) και σε αυτές που έχουν κοινή χρήση. Σε πολλά αεροδρόμια των ΗΠΑ, οι περισσότερες θέσεις είναι αποκλειστικής χρήσης, ενώ το αντίθετο ισχύει σε άλλες χώρες. Η διαχείριση και ο καταμερισμός των αεροσκαφών στις θέσεις στις θέσεις αποκλειστικής χρήσης διενεργούνται από τις αεροπορικές εταιρίες ή από έναν εργολάβο διακινητή (ramp handling), στο συγκεκριμένο τμήμα της πίστας. Αντίθετα, ο διαχειριστής του αεροδρομίου ή ο εργολάβος διακινητής (handling contractor) διαχειρίζονται τις κοινόχρηστες θέσεις. Κάθε θέση χαρακτηρίζεται από το μέγεθός της- τις διαστάσεις του μεγαλύτερου αεροσκάφους που μπορεί να εξυπηρετήσει.

Αν και ορισμένες γενικές διαπιστώσεις μπορούν να διατυπωθούν για την χωρητικότητα δαπέδων, συνήθως κυριαρχούν οι συνθήκες του συγκεκριμένου αεροδρομίου. Προφανώς ο αριθμός των θέσεων που έχει ένα αεροδρόμιο αντιπροσωπεύει έναν καλό δείκτη της χωρητικότητας δαπέδου. Αυτός ο αριθμός μερικές φορές αναφέρεται και ως **στατική χωρητικότητα** του δαπέδου, γιατί δηλώνει τον μέγιστο αριθμό αεροσκαφών που μπορούν να φιλοξενοούνται ταυτόχρονα στο δάπεδο μια δεδομένη στιγμή.

Η στατική χωρητικότητα παρέχει αρκετή πληροφορία, αλλά αποτυπώνει μία «φωτογραφία» μόνο της στιγμιαίας χωρητικότητας του δαπέδου και δεν μπορεί εύκολα να συγκριθεί με την χωρητικότητα του διαδρόμου ή την χωρητικότητα άλλων τμημάτων του αεροδρομίου, οι οποίες ορίζονται ως ο αριθμός των

μονάδων (όπως κινήσεις αεροσκαφών) που εξυπηρετούνται στην μονάδα του χρόνου. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται ευρέως η **δυναμική χωρητικότητα** του δαπέδου που ορίζεται ως ο αριθμός των αεροσκαφών ανά ώρα που μπορεί να εξυπηρετηθεί στις θέσεις στάθμευσης και ως έννοια είναι περισσότερο συμβατή με την έννοια της χωρητικότητας του διαδρόμου.

1.3) Διαχείριση Ζήτησης μέσω συντονισμού χρονοπαραθύρων

Η Διαχείριση της Ζήτησης (demand management) αναφέρεται σε ένα σύνολο διοικητικών ή οικονομικών μέτρων και κανονισμών που έχουν σκοπό να περιορίσουν την ζήτηση σε ένα πεδίο ελιγμών με μεγάλη κίνηση και/ή να τροποποιήσουν τα χρονικά χαρακτηριστικά της. Εφαρμόζεται ευρέως στα μεγάλα αεροδρόμια ανά τον κόσμο. Το θέμα που προκύπτει, ασφαλώς, δεν είναι κατά πόσο θα εφαρμοστεί, αλλά ο τρόπος με τον οποίο θα εφαρμοστεί με τον καλύτερο τρόπο. Οι διαθέσιμες μέθοδοι μπορούν να υποδιαιρεθούν σε 3 κατηγορίες : διοικητικές, οικονομικές και υβριδικές, δηλαδή συνδυασμός των άλλων δύο. Ο συντονισμός πτήσεων διεξάγεται υπό την αιγίδα της IATA και χρησιμοποιείται στην πλειοψηφία των αεροδρομίων που παρουσιάζουν μεγάλη ζήτηση, εκτός των ΗΠΑ. Αποτελεί μια διοικητική διαδικασία διαχείρισης της ζήτησης, η οποία χρησιμοποιεί ιστορικά προηγούμενα ως βασικό κριτήριο για την κατανομή των χρονοπαραθύρων. Στα αεροδρόμια με μέτρια κίνηση ο συντονισμός πτήσεων είναι αποτελεσματικός, αλλά μπορεί να προκαλέσει σοβαρές παραμορφώσεις στην αγορά και να επηρεάσει δυσμενώς τον ανταγωνισμό σε αεροδρόμια όπου η ζήτηση ξεπερνά σε σημαντικό βαθμό την υπάρχουσα χωρητικότητα.

Η όλο και πιο σφιχτή σχέση ζήτησης και χωρητικότητας στα μεγάλα αεροδρόμια παγκοσμίως και η χειροτέρευση της συμφόρησης στην εναέρια κυκλοφορία έχουν οδηγήσει στην αύξηση του ενδιαφέροντος για την διαχείριση της ζήτησης. Έως το 1980 η διαχείριση της ζήτησης εφαρμόζονταν σε ένα μικρό μόνο αριθμό αεροδρομίων στον κόσμο και αποτελούσε την τελευταία επιλογή για την μείωση της συμφόρησης και του κόστους, κυρίως λόγω της δυνατότητας της να επηρεάζει δυσμενώς τον ανταγωνισμό, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Σήμερα, όμως, αυτό έχει αλλάξει και υπάρχει η πεποίθηση ότι για να διατηρηθούν οι καθυστερήσεις σε κάποια λογικά όρια, κάποιες μορφές διαχείρισης της ζήτησης πρέπει να χρησιμοποιηθεί.

Ο βασικός αντικειμενικός στόχος της διαχείρισης της ζήτησης είναι να βοηθήσει στη διατήρηση της ικανοποιητικής λειτουργίας των αεροδρομίων που απειλούνται από συμφόρηση. Αυτό δεν επιτυγχάνεται μέσω επενδύσεων ή αλλαγών στις διαδικασίες εξυπηρέτησης της κίνησης, αλλά μέσω ρυθμίσεων ή άλλων μέτρων που στοχεύουν σε κάποιο συνδυασμό των :

- Μείωση της συνολικής ζήτησης του πεδίου ελιγμών

- Περιορισμό της ζήτησης κατά την διάρκεια συγκεκριμένων ωρών της ημέρας
- Μετατόπιση της ζήτησης από συγκεκριμένες κρίσιμες χρονικές περιόδους σε άλλες λιγότερο κρίσιμες.

Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος είναι εκείνα που διαφοροποιούν την μια προσέγγιση από την άλλη. Σε όλες τις περιπτώσεις, το καθαρό αποτέλεσμα είναι ο περιορισμός της πρόσβασης στα αεροδρόμια με κάποιον τρόπο, είτε όλες τις ώρες είτε σε ορισμένα χρονικά διαστήματα. Εάν δεν υπάρχει πρόγραμμα διαχείρισης της ζήτησης, η πρόσβαση στα εμπορικά αεροδρόμια σε όλο τον κόσμο γίνεται ουσιαστικά από ένα σύνολο κανόνων. Κάθε αεροσκάφος που τεχνικά έχει την πιστοποίηση να λειτουργεί σε ένα αεροδρόμιο, μπορεί να χρησιμοποιήσει το αεροδρόμιο πληρώνοντας ένα τέλος προσγείωσης ανάλογο του βάρους του. Έτσι, κάθε αεροπορική εταιρία μπορεί να δρομολογήσει μία πτήση στο αεροδρόμιο αυτό οποιαδήποτε στιγμή το επιθυμεί, εκτός, φυσικά, των πιθανών ωρών απαγόρευσης. Ένα πρόγραμμα διαχείρισης της ζήτησης τροποποιεί αυτές τις συνθήκες, ορίζοντας για παράδειγμα, τον μέγιστο αριθμό κινήσεων που μπορούν να δρομολογηθούν κατά την διάρκεια μιας συγκεκριμένης περιόδου της ημέρας.

Βασικό στοιχείο όλων των διοικητικών προσεγγίσεων στην διαχείριση της ζήτησης είναι η έννοια του **χρονοπαραθύρου (slot)**. Αυτό είναι ένα διάστημα χρόνου το οποίο κρατείται για την άφιξη ή αναχώρηση μιας πτήσης και δίνεται σε μια αεροπορική εταιρία ή σε άλλους διαχειριστές αεροσκαφών για συγκεκριμένο σύνολο ημερομηνιών. Οι προσεγγίσεις αυτές απαιτούν την επιλογή ενός συνόλου κριτηρίων για την διάθεση των χρονοπαραθύρων μεταξύ των πιθανών χρηστών. Μερικά από αυτά τα κριτήρια είναι τα εξής :

- Το χρονικό διάστημα στο οποίο μια πτήση ήδη λειτουργεί. Πτήσεις που πραγματοποιούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα κρίνεται ότι έχουν προτεραιότητα για λόγους διατήρησης και συνέχισης της πτήσης.
- Την κανονικότητα της πτήσης. Προγραμματισμένες πτήσεις που λειτουργούν σε καθημερινή βάση έχουν προτεραιότητα έναντι των ευκαιριακών πτήσεων.
- Την προέλευση ή τον προορισμό της πτήσης. Υπηρεσίες από και προς συγκεκριμένες περιοχές ή νέες αγορές μπορεί να θεωρηθούν ιδιαίτερα σημαντικές.
- Τα χαρακτηριστικά της αεροπορικής εταιρίας που υποβάλλει αίτημα για χρονοπαραθύρο. Νεοεισερχόμενες εταιρίες που δεν έχουν εξυπηρετήσει ξανά μια συγκεκριμένη γραμμή ή ένα συγκεκριμένο αεροδρόμιο μπορεί να έχουν προτεραιότητα προκειμένου να αναπτυχθεί ο ανταγωνισμός.

Για τον **συντονισμό** των δρομολογίων τα αεροδρόμια κατηγοριοποιούνται σε 3 κατηγορίες :

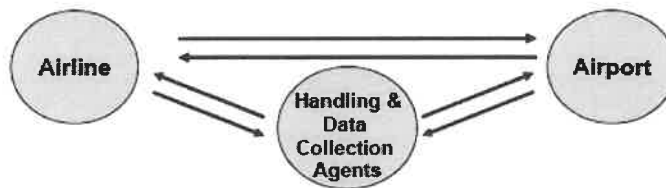
1. Αεροδρόμια επιπέδου 1 – Μη συντονισμένα : είναι τα αεροδρόμια των οποίων η χωρητικότητα επαρκεί για την ζήτηση
2. Αεροδρόμια επιπέδου 2 – Συντονισμένα : είναι τα αεροδρόμια που η ζήτηση προσεγγίζει την χωρητικότητα και απαιτείται κάποια συνεργασία μεταξύ των πιθανών χρηστών για να αποφευχθεί μια κατάσταση υπερφόρτωσης. Για τον λόγο αυτό ορίζεται ένας διευκολυντής προγράμματος, ο οποίος αναζητά την εθελοντική συνεργασία των αεροπορικών εταιριών σε αλλαγές δρομολογίων για την αποφυγή της συμφόρησης.
3. Αεροδρόμια επιπέδου 3 – Πλήρως συντονισμένα : είναι τα αεροδρόμια τα οποία εμφανίζουν αρκετή συμφόρηση και απαιτούν το διορισμό ενός συντονιστή δρομολογίων, συνήθως υποστηριζόμενο από μια επιτροπή αποτελούμενη από ειδικούς και μετόχους του αεροδρομίου. Σκοπός της είναι να επιλύσει διαφορές στα δρομολόγια και στην διάθεση των χρονοπαραθύρων. Όλες οι αιτήσεις για χρονοπαραθύρα σε αυτά τα αεροδρόμια πρέπει να εξετάζονται από τον συντονιστή δρομολογίων.

Μέχρι το 2001, 140 αεροδρόμια είχαν ενταχθεί στο επίπεδο 3 και χρησιμοποιούσαν την προσέγγιση της IATA για τον συντονισμό αεροδρομίων. Η λίστα αυτή περιλαμβάνει σχεδόν όλα τα υπερφορτωμένα αεροδρόμια της Ευρώπης, της Ασίας και του Ειρηνικού, καθώς και πολλά δευτερεύοντα.

Ιδιαίτερα κατατοπιστική είναι η Εικόνα 1 που παρουσιάζει συνοπτικά τον διαχωρισμό των αεροδρομίων με βάση τον συντονισμό.

Levels of Airport Activity

Level 1: Non Coordinated Airport



Simple discussions between airline, handling and data collection agents and airport

Level 2: Schedules Facilitated Airport



*Schedules submitted to schedules facilitator who seeks cooperation and voluntary schedule changes to avoid congestion.
No slots are actually allocated and no historical precedence applies.
Message Type: SMA*

Level 3: Coordinated Airport



*Airlines must have been allocated a slot before operating
Allocation of slots by coordinator
Historic precedence exists and slot exchange occurs
Message Type: SCR*

Εικόνα 1 . Επίπεδα συντονισμού αεροδρομίων

Ο συντονισμός των δρομολογίων πραγματοποιείται στα Schedule Coordination Conferences (SCCs). Τα συνέδρια αυτά διοργανώνονται από την IATA κάθε Νοέμβριο και Ιούνιο (για την καλοκαιρινή και χειμερινή περίοδο αντίστοιχα). Στις εργασίες του συνεδρίου συμμετέχουν πολλοί αντιπρόσωποι των αεροδρομίων, αεροπορικές εταιρίες, και υπηρεσίες πολιτικής αεροπορίας από όλο τον κόσμο. Κάθε πλήρως συντονισμένο αεροδρόμιο πρέπει πρώτα να καθορίσει τη δηλωμένη χωρητικότητα, η οποία δείχνει τον αριθμό των κινήσεων που μπορεί να εξυπηρετήσει το αεροδρόμιο την ώρα. Σύμφωνα με το σύστημα της IATA, την ευθύνη για τον καθορισμό της δηλωμένης χωρητικότητας κάθε αεροδρομίου έχουν οι εθνικές αρχές. Η δηλωμένη χωρητικότητα δεν καθορίζεται μόνο από την

χωρητικότητα του συστήματος διαδρόμων. Περιορισμοί που επιβάλλουν οι διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης αεροσκαφών, η χωρητικότητα του κτιρίου επιβατών, ακόμη και η χωρητικότητα εξυπηρέτησης στην πίστα μπορούν να ληφθούν υπόψη. Αυτός είναι και ο κυριότερος λόγος που πολλά δευτερεύοντα αεροδρόμια κατατάσσονται στο επίπεδο 3. Ορισμένα αεροδρόμια με σημαντικούς περιορισμούς στην επίγεια υποδομή δέχονται έναν πολύ περιορισμένο αριθμό κινήσεων την ώρα και έτσι κατατάσσονται στα πλήρως συντονισμένα αεροδρόμια.

Οι πιθανοί χρήστες αεροδρομίων επιπέδου 3 υποβάλλουν αίτηση για κάθε επιθυμητό χρονοπαράθυρο. Η δηλωμένη χωρητικότητα καθορίζεται σύμφωνα με ένα σύνολο κριτηρίων, μεταξύ των οποίων το κύριο και υπερισχύον είναι το ιστορικό δικαίωμα : μια αεροπορική εταιρία που κατείχε ένα χρονοπαράθυρο την ίδια εποχή του προηγούμενου έτους και το χρονοπαράθυρο αυτό χρησιμοποιήθηκε τουλάχιστον 80% του χρόνου (με εξαίρεση κάποιες πτήσεις charter που γίνονται από tour operators), έχει το δικαίωμα να συνεχίσει την χρήση αυτού του χρονοπαραθύρου. Δεύτερη προτεραιότητα δίνεται στις αιτήσεις για αλλαγή του χρόνου των ιστορικών χρονοπαραθύρων. Επιπλέον, ένα χρονοπαράθυρο που δόθηκε με βάση το ιστορικό δικαίωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί την επόμενη εποχή για διαφορετικό προορισμό από αυτόν που εξυπηρετούσε την προηγούμενη. Επίσης επιτρέπεται η ανταλλαγή χρονοπαραθύρων μεταξύ των αεροπορικών εταιριών, σε μια προς μια, μη οικονομική βάση καθώς και οι μικρής διάρκειας μισθώσεις μεταξύ εταιριών με κοινό κωδικό πτήσης.

Χρονοπαράθυρα που δεν χρησιμοποιούνται ή η χρήση τους δεν καλύπτει το 80% του χρόνου, συγκεντρώνονται σε μια «δεξαμενή χρονοπαραθύρων» για ανακατανομή. Κάθε νέο χρονοπαράθυρο που προκύπτει λόγω αύξησης της χωρητικότητας του αεροδρομίου, τοποθετείται επίσης στην δεξαμενή. Όλες οι αιτήσεις για νέα χρονοπαράθυρα εξυπηρετούνται από την δεξαμενή. Προκειμένου να ενθαρρυνθεί ο ανταγωνισμός, να δημιουργηθούν νέες αγορές ή να ενδυναμωθούν κάποιες άλλες, τουλάχιστον το 50% των χρονοπαραθύρων της δεξαμενής σε κάθε χρονικό διάστημα συντονισμού δίνεται σε αεροπορικές εταιρίες που ορίζονται ως νεοεισερχόμενες. Μετά τους νεοεισερχόμενους, προτεραιότητα δίνεται στις αιτήσεις για επέκταση των εποχιακών δρομολογίων (τον προηγούμενο χειμώνα ή καλοκαίρι) σε όλη την διάρκεια του έτους. Τα εναπομείναντα χρονοπαράθυρα μετά από αυτό το βήμα κατανέμονται σύμφωνα με έναν αριθμό πρόσθετων κριτηρίων.

Ο συντονιστής πτήσεων προφανώς διαδραματίζει κεντρικό ρόλο σε αυτή την διαδικασία. Ο τρόπος με τον οποίο επιλέγεται ο συντονιστής ποικίλλει από χώρα

σε χώρα και σε ορισμένες χώρες από το ένα αεροδρόμιο στο άλλο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο εθνικός αερομεταφορέας ή μια μεγάλη αεροπορική εταιρία αναλαμβάνει να ορίσει έναν έμπειρο υπάλληλο ή μια ομάδα υπαλλήλων για αυτό τον σκοπό.

Οι διαδικασίες διαχείρισης της ζήτησης που εφαρμόζονται σε διάφορα αεροδρόμια δεν είναι εξίσου ενδεδειγμένες. Για παράδειγμα, ορισμένα αεροδρόμια χρησιμοποιούν ένα απλό όριο για τον αριθμό των κινήσεων που μπορεί να προγραμματιστεί κάθε ώρα της ημέρας, ενώ άλλα εφαρμόζουν συνδυασμό ορίων που μπορεί να περιορίσει τις κινήσεις σε χρονικά διαστήματα μικρότερα της ώρας. Σε μερικά από αυτά, η δηλωμένη ωριαία χωρητικότητα μπορεί να αλλάζει με την ώρα και εξαρτάται από την σύνθεση αφίξεων και αναχωρήσεων κάθε ώρας. Επιπλέον, υπάρχει μια σαφής διαφορά μεταξύ του αριθμού των διαθέσιμων χρονοπαραθύρων της καλοκαιρινής και της χειμερινής περιόδου, με στόχο να ληφθούν υπόψη οι επιπτώσεις των καιρικών συνθηκών τον χειμώνα. Η δηλωμένη χωρητικότητα ενός αεροδρομίου μπορεί να αυξάνει σταδιακά λόγω επέκτασης της υποδομής του αεροδρομίου, βελτιώσεων στον έλεγχο της εναέριας κυκλοφορίας και μεγαλύτερης εμπειρίας του διαχειριστή του αεροδρομίου με το σύστημα συντονισμού των χρονοπαραθύρων.

Το βασικό **πλεονέκτημα** της καθαρά διοικητικής προσέγγισης της IATA στο συντονισμό των δρομολογίων είναι ότι κατάφερε με «εξαιρετική επιτυχία να διατηρήσει υψηλό βαθμό συνοχής και σταθερότητας στο διεθνές σύστημα αερομεταφορών» (IATA, 2000). Πράγματι, αυτός ο μηχανισμός διαχείρισης της ζήτησης έχει δουλέψει καλά στην πράξη σε περιπτώσεις όπου η ζήτηση ξεπερνά την προσφορά της χωρητικότητας του αεροδρομίου σε μικρό βαθμό και μόνο για έναν μικρό αριθμό ωρών μιας ημέρας. Όταν, όμως, παρατηρείται σημαντική διαφορά μεταξύ ζήτησης και χωρητικότητας, μια προσέγγιση εξολοκλήρου αποκομμένη από οικονομικές θεωρήσεις και κίνητρα μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές παραμορφώσεις της αγοράς. Σε μερικά από τα πιο συμφορημένα αεροδρόμια στον κόσμο, η διαδικασία συντονισμού των δρομολογίων λειτουργεί σήμερα ως ένα μέσο διατήρησης του status quo, ουσιαστικά δρώντας ως ρυθμιστικός παράγοντας στο επίπεδο του αεροδρομίου. Επίσης, ορισμένα αεροδρόμια έχουν διαιρέσει την χωρητικότητα τους σε τμήματα για να εξυπηρετήσουν στόχους πολιτικής.

1.4) Συντονισμός χρονοπαραθύρων στα Ελληνικά αεροδρόμια

Σε προηγούμενο κεφάλαιο έγινε αναλυτική περιγραφή του συντονισμού δρομολογίων στα αεροδρόμια κυρίως της Ευρώπης, αλλά και της Ασίας και του Ειρηνικού. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει λεπτομερή στοιχεία για τα επίπεδα συντονισμού των Ελληνικών αεροδρομίων.

A/A	Αερολιμένας	Τριψήφιος Κωδικός κατά IATA	Κατηγορία Αερολιμένα
1	Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών	ATH	Με Ευκολίες Προγραμματισμού
2	Κρατικός Αερολιμένας Ακτίου/ Πρεβέζης	PVK	Συντονισμένος
3	Κρατικός Αερολιμένας Αλεξανδρούπολης	AXD	Με Ευκολίες Προγραμματισμού
4	Κρατικός Αερολιμένας Αράξου/ Πατρών	GPA	Συντονισμένος
5	Κρατικός Αερολιμένας Ζακύνθου	ZTH	Συντονισμένος
6	Κρατικός Αερολιμένας Ηρακλείου	HER	Συντονισμένος
7	Κρατικός Αερολιμένας Θεσσαλονίκης	SKG	Συντονισμένος
8	Κρατικός Αερολιμένας Ικαρίας	JIK	Με Ευκολίες Προγραμματισμού
9	Κρατικός Αερολιμένας Ιωαννίνων	IOA	Με Ευκολίες Προγραμματισμού
10	Κρατικός Αερολιμένας Καβάλας	KVA	Συντονισμένος
11	Κρατικός Αερολιμένας Καλαμάτας	KLX	Συντονισμένος
12	Κρατικός Αερολιμένας Καρπάθου	AOK	Συντονισμένος
13	Κρατικός Αερολιμένας Καστοριάς	KSO	Με Ευκολίες Προγραμματισμού
14	Κρατικός Αερολιμένας Κέρκυρας	CFU	Συντονισμένος

15	Κρατικός Αερολιμένας Κεφαλληνίας	EFL	Συντονισμένος
16	Κρατικός Αερολιμένας Κυθήρων	KIT	Συντονισμένος
17	Κρατικός Αερολιμένας Κω	KGS	Συντονισμένος
18	Κρατικός Αερολιμένας Λήμνου	LXS	Με Ευκολίες Προγραμματισμού
19	Κρατικός Αερολιμένας Μήλου	MLO	Με Ευκολίες Προγραμματισμού
20	Κρατικός Αερολιμένας Μυκόνου	JMK	Συντονισμένος
21	Κρατικός Αερολιμένας Μυτιλήνης	MJT	Συντονισμένος
22	Κρατικός Αερολιμένας Ν. Αγχιάλου	VOL	Συντονισμένος
23	Κρατικός Αερολιμένας Νάξου	JNX	Με Ευκολίες Προγραμματισμού
24	Κρατικός Αερολιμένας Πάρου	PAS	Με Ευκολίες Προγραμματισμού
25	Κρατικός Αερολιμένας Ρόδου	RHO	Συντονισμένος
26	Κρατικός Αερολιμένας Σάμου	SMI	Συντονισμένος
27	Κρατικός Αερολιμένας Σαντορίνης	JTR	Συντονισμένος
28	Δημοτικός Αερολιμένας Σητείας	JSH	Με Ευκολίες Προγραμματισμού
29	Κρατικός Αερολιμένας Σκιάθου	JSI	Συντονισμένος
30	Κρατικός Αερολιμένας Σκύρου	SKU	Με Ευκολίες Προγραμματισμού
31	Κρατικός Αερολιμένας Σύρου	JSY	Με Ευκολίες Προγραμματισμού
32	Κρατικός Αερολιμένας Χανίων	CHQ	Συντονισμένος
33	Κρατικός Αερολιμένας Χίου	JKH	Συντονισμένος

Πίνακας 1 . Στοιχεία συντονισμού των Ελληνικών αεροδρομίων

Κεφάλαιο 2 . Μηχανισμός Κοινής Λήψης Αποφάσεων στα Αεροδρόμια (ACDM)²

2.1) Εισαγωγή

Η ανάγκη για αυξημένη συνεργασία μεταξύ των στελεχών που συνεργάζονται σε ένα αεροδρόμιο, έχει οδηγήσει στην εμφάνιση του Μηχανισμού Κοινής Λήψης Αποφάσεων στο Αεροδρόμιο (Airport Collaborative Decision Making - ACDM). Το ACDM βασίζεται στην αναγνώριση ότι η ανταλλαγή στοιχείων και η επικοινωνία μεταξύ των αρχών εναέριας κυκλοφορίας και των αεροπορικών εταιριών θα οδηγήσει σε καλύτερη λήψη αποφάσεων. Η αποτελεσματική επικοινωνία και ο συντονισμός μεταξύ όλων των μελών που λειτουργούν σε ένα αεροδρόμιο, όπως είναι οι αρχές αεροδρομίου, οι εταιρίες, οι παροχείς εναέριας λειτουργίας (FAA, Eurocontrol, National Civil Aviation Authorities), είναι προαπαιτούμενα, γεγονός που εξασφαλίζει από κοινού λειτουργίες, έτσι ώστε να προετοιμαστεί το έδαφος για την εισαγωγή των βασικών μέτρων που μπορούν πραγματικά να φέρουν την ισορροπία μεταξύ των ανεπαρκών υποδομών του αεροδρομίου και της ζήτησης.

² Πηγές : [2],[3],[4],[5],[6],[7],[9],[10]

2.2) Εφαρμογή στις ΗΠΑ (FAA)

Ο Μηχανισμός Κοινής Λήψης Αποφάσεων (Collaborative Decision Making – CDM) ως μία πρόσφατη πρόοδος στην Διαχείριση της Εναέριας Κυκλοφορίας (ATM), καθιστά ικανό τον διαμοιρασμό πληροφοριών λειτουργίας και τις συνεργασίες μεταξύ της FAA και της Αεροπορικής Βιομηχανίας (Aviation Industry) ούτως ώστε να βελτιώσει την αποτελεσματική και ασφαλή εκμετάλλευση των πόρων του Εθνικού Εναέριου Χώρου (National Airspace System – NAS) λύνοντας το πρόβλημα της μειωμένης χωρητικότητας αφίξεων του αεροδρομίου, ειδικά σε ότι αφορά περιπτώσεις που συχνά οδηγούν στην χρήση κάποιου είδους προγράμματος καθυστέρησης στο έδαφος (Ground Delay Program – GDP), ή στρατηγικής κράτησης (Ground Hold Strategy). Το CDM βασίζεται στην λογική ότι η καλύτερη πληροφορία θα οδηγήσει σε καλύτερη λήψη αποφάσεων και ότι τα εργαλεία και οι διαδικασίες πρέπει να είναι σε θέση ώστε να επιτρέπουν στα Κέντρα Διαχείρισης και Ελέγχου της Εναέριας Κυκλοφορίας (Air Traffic Control System Command Centres – ATCSCC) και στους χρήστες του NAS να μπορούν να αντιδράσουν εύκολα σε μεταβαλλόμενες καταστάσεις. Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος του προγράμματος CDM περιστρέφεται γύρω από την ανταλλαγή στοιχείων, είναι πραγματικά κατάλληλα ονομασμένο, καθώς όλη η διαδικασία παραμένει συνεργατική. Δουλεύοντας όλοι μαζί, το σύστημα μπορεί να γίνει καλύτερο, ασφαλέστερο και πιο αποτελεσματικό, και την ίδια στιγμή οι χρήστες μπορούν να έχουν μεγαλύτερη ελαστικότητα στην διαχείριση των προγραμμάτων τους σύμφωνα με τους αντικειμενικούς οικονομικούς τους σκοπούς.

Το CDM έχει εξελιχθεί σύμφωνα με την αρχή ότι η ανταλλαγή των ενημερωμένων στοιχείων μεταξύ των αεροπορικών εταιριών και της FAA έχει θετική επίδραση στην λήψη αποφάσεων που αφορά την διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο έναν NAS αποδοτικό για όλους. Το CDM φέρνει κοντά τις αεροπορικές εταιρίες, την κυβέρνηση, την ιδιωτική βιομηχανία και την ακαδημαϊκή κοινότητα, σε μία προσπάθεια να βελτιωθεί η διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας μέσω της ανταλλαγής πληροφοριών και διαμοιρασμού στοιχείων. Αυτή η φιλοσοφία συνεργασίας υπόσχεται να αποτελέσει «καθεστώς» στην αεροπορία.

Η αρχή του CDM έγινε το 1991, όταν άρχισαν να ερευνούνται καλύτερες μέθοδοι για την υποκατάσταση πτήσεων (substitution). Δύο χρόνια αργότερα, το 1993, συντάχθηκαν πειράματα που θα καθόριζαν αν οι ενημερώσεις των στοιχείων

βελτίωναν την λήψη αποφάσεων στην εναέρια κυκλοφορία. Και οι δύο αυτές ιδέες αποτελούν τώρα σημαντικά στοιχεία του προγράμματος CDM. Πολλές στατιστικές αναλύσεις και αναλύσεις προσομοίωσης της FAA έδειξαν ότι η λήψη αποφάσεων μπορεί να βελτιωθεί όταν και η πληροφόρηση είναι βελτιωμένη. Σε σχέση με τα προγράμματα καθυστέρησης στο έδαφος (GDPs) αυτό συχνά μεταφράζεται σε προγράμματα μειωμένης εμβέλειας άρα και μειωμένων καθυστερήσεων, και σε κάποιες περιπτώσεις τα προγράμματα αυτά κρίνονταν μη απαραίτητα. Το 1995 δόθηκε στο πρόγραμμα το σύγχρονό του όνομα και σχηματίστηκε η ομάδα εργασίας του CDM. Τα σημερινά του μέλη εκπροσωπούν την κυβέρνηση, τις αεροπορικές εταιρίες, την ιδιωτική βιομηχανία και την ακαδημαϊκή κοινότητα – ουσιαστικά κάθε όψη της αεροπορικής κοινότητας (εκπρόσωποι αεροπορικών εταιριών, ο Σύνδεσμος Εναέριων Μεταφορών των ΗΠΑ, αντιπρόσωποι από τα ATCSCC και άλλα μέλη της βιομηχανίας των αερομεταφορών). Το CDM έχει, στο μεταξύ, εξαπλωθεί και σε άλλες περιοχές του εκσυγχρονισμού του NAS που θα επωφεληθούν από την συνεργασία. Από τον Ιανουάριο του 1998, όταν και ξεκίνησαν οι προσπάθειες της πρωτότυπης λειτουργίας του GDPE για το CDM (Prototype Operations of CDM's Ground Delay Program Enhancements), η δουλειά πάνω στα έργα του CDM έχει προοδεύσει γρήγορα.

Ως προαπαιτούμενο για την αποτελεσματική πραγματοποίηση του Σχεδίου Ελεύθερων Πτήσεων χωρίς περιορισμούς στους αεροδιαδρόμους (Free Flight Action Plan) στον NAS, το CDM αγωνίζεται απέναντι σε ένα περιβάλλον όπου οι αποφάσεις λαμβάνονται από εκείνον που είναι στην καλύτερη θέση για να τις λάβει, ενώ παράλληλα διατηρεί ένα επίπεδο ασφάλειας και αποτελεσματικότητας. Το κλειδί για την αποτελεσματική εκμετάλλευση του NAS και την βελτιωμένη ελαστικότητα στην διαχείριση του αεροδρομίου, αποτελεί η συστηματική κατανόηση των λειτουργικών περιορισμών του συστήματος. Η εκτεταμένη γνώση αυτών των περιορισμών, μαζί με τα εργαλεία αυτοματισμών που καθοδηγούν την λήψη αποφάσεων των διαφόρων μελών του συστήματος αεροδρομίου, θα οδηγήσει σε καλύτερη εκμετάλλευση του συστήματος.

2.2.1) Σύνθεση και σκοπιμότητα

Μία σημαντική πτυχή του CDM είναι εκείνη των ξεκάθαρων ρόλων στην λήψη αποφάσεων και οι υποχρεώσεις των μελών, και η αντίληψη ότι αυτά θα αλλάζουν όσο ανταλλάσσονται οι πληροφορίες. Ο κύριος ρόλος των ATCSCC είναι να αναγνωρίσει τα εμπόδια και τους περιορισμούς και να τα διαβιβάσει στους χρήστες του NAS, ο ρόλος των οποίων είναι να λειτουργούν μέσα σε αυτά τα

όρια και να μεταφέρουν τις προθέσεις τους στον παροχέα. Διαμοιράζοντας τους περιορισμούς του συστήματος, όλα τα μέλη που είναι σε θέση να λαμβάνουν αποφάσεις μπορούν να διαχειριστούν τους πόρους τους βασισμένοι πάνω στις δικές τους επιθυμίες μέσα από την κοινή αντίληψη καταστάσεων (common situational awareness). Ένα κοινό εργαλείο απαιτείται για όλα τα μέλη ώστε να επιθεωρούν τους περιορισμούς και να διαλέξουν τον τρόπο που σχεδιάζουν να εκμεταλλευτούν τους αντίστοιχους πόρους τους, σύμφωνα με κάποιους προσυμφωνημένους κανόνες που βασίζονται στην κοινή κατανόηση ότι οι αποφάσεις πρέπει να λαμβάνονται από αυτόν που βρίσκεται πάντα στην καλύτερη θέση για να τις λάβει.

Η ανταλλαγή στοιχείων αποτελεί, με διαφορά, το πιο σημαντικό στοιχείο από εκείνα που απαιτούνται για την συνεργασία. Ο σκοπός της είναι να καταλήξουν οι απαραίτητες πληροφορίες σε αυτόν που είναι στην καλύτερη θέση να πάρει την απαιτούμενη απόφαση. Για να επιτευχθεί αυτό, σχεδιάστηκε ένα ευρύ δίκτυο για να λειτουργεί ως μεμονωμένο σημείο εισόδου στο σύστημα διαχείρισης κυκλοφορίας της FAA. Ο αρχικός σκοπός του δικτύου ήταν οι χρήστες, που είναι και συμμετέχοντες στο CDM, να παρέχουν στοιχεία πτήσεων σε πραγματικό χρόνο στην FAA. Η FAA θα συγκεντρώνει αυτά τα στοιχεία και θα παρέχει την Συγκεντρωτική Λίστα Ζήτησης (ADL) για τα αεροδρόμια στους συμμετέχοντες. Για να επιτευχθεί γρήγορη ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μελών στο πτητικό έργο, και να μειωθούν οι καθυστερήσεις και οι περιορισμοί του NAS, σχεδιάστηκε ένα εσωτερικό δίκτυο επικοινωνίας που ονομάστηκε Airline Operations Center Network (AOCNet), για να ενώνει τα κέντρα λειτουργίας των αεροπορικών εταιριών με την FAA.

Όπως οι χρήστες του NAS πρέπει να στέλνουν τα προγράμματα λειτουργίας, τις αλλαγές αυτών (καθυστερήσεις, ακυρώσεις και νέες πτήσεις) ή διαφοροποιήσεις συγκεκριμένων πληροφοριών πτήσεων (π.χ. τύπος αεροσκάφους) σε συνεχή χρόνο, έτσι και τα ATCSCC χρησιμοποιούν αυτές τις πληροφορίες ζήτησης για να καθορίσουν αν μία ανισορροπία στην χωρητικότητα/ζήτηση είναι τέτοια που να απαιτεί την χρήση κάποιας στρατηγικής αναμονής στο έδαφος (Ground Hold Strategy - GHS). Σε μία συγκεκριμένη αύξηση του χρόνου (π.χ. 15 λεπτά), η FAA συγκεντρώνει τις πληροφορίες ζήτησης και τις αποστέλλει πίσω στους χρήστες για να διαμορφωθεί αυτό που ονομάζεται Συγκεντρωτική Λίστα Ζήτησης (Aggregate Demand List - **ADL**). Η ADL περιέχει μία λίστα όλων των προγραμματισμένων αφίξεων σε ένα συγκεκριμένο αεροδρόμιο και ενσωματώνει όλες τις ενημερώσεις του προγράμματος που στέλνουν οι χρήστες. Η ADL που λαμβάνει ο κάθε χρήστης περιέχει όλες τις πτήσεις αλλά χωρίς τα αναγνωριστικά των πτήσεων που ανήκουν σε ανταγωνίστριες εταιρίες. Με αυτό τον τρόπο, επιτρέπει στους χρήστες να βλέπουν που μπορούν να εισέλθουν μέσα στην ροή

και να σχεδιάζουν το πρόγραμμα τους αποτελεσματικά (π.χ. ανεφοδιασμός καυσίμων).

Στο **CDM**, οι ακόλουθες ομάδες έχουν δημιουργηθεί για να εξυπηρετούν συγκεκριμένα προβλήματα διαχείρισης της εναέριας κυκλοφορίας :

- Προγράμματα Καθυστέρησης Πτήσεων στο Έδαφος (Ground Delay Program Enhancements – GDPEs)

Αυτό το στοιχείο του CDM χρησιμοποιεί επαναστατικές τεχνολογίες συνεργασίας για να διευκολύνει την διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας. Επιτρέπει στην FAA και τις συμμετέχουσες αεροπορικές εταιρίες να λαμβάνουν λειτουργικές αποφάσεις (που αφορούν στην διάρκεια και έκταση) βασισμένοι στην ενημέρωση του προγράμματος πτήσεων σε πραγματικό χρόνο (εταιρίες) και στις παράγωγες πληροφορίες ζήτησης (FAA). Τα βασικά στοιχεία που το αποτελούν μπορούν να ενωθούν σε 3 μέρη :

- ❖ Όλα τα μέλη οφείλουν να γνωρίζουν τους περιορισμούς του αεροδρομίου στις αφίξεις (ανταλλαγή στοιχείων μεταξύ FAA και αεροπορικών εταιριών σχετικά με την χωρητικότητα/ζήτηση του αεροδρομίου μέσω του AOCNet)
- ❖ Όλα τα μέλη οφείλουν να είναι ικανά να αντιδρούν στους περιορισμούς (δίκαιη, αποτελεσματική και ανιδιοτελής αντίδραση στις μεταβαλλόμενες καταστάσεις που δημιουργούνται, μέσω του Μηχανισμού Παρακολούθησης Εξέλιξης Πτήσεων (Flight Schedule Monitor - FSM) – RBS, Compression, Revise GDP)
- ❖ Μετρήσεις απόδοσης για την βελτίωση του συστήματος (συλλογή στοιχείων μέσα από συνεργασία και ανάλυση για την αποτίμηση των αλλαγών που επιφέρει το CDM).

Κατά την εφαρμογή του GDP, υπάρχουν πάντα περισσότερες πτήσεις που συναγωνίζονται για χρονοπαράθυρα αφίξεων απ' ό,τι ο αριθμός των χρονοπαραθύρων. Η FAA συγκεντρώνει πληροφορίες χωρητικότητας στην μορφή επιτρεπτών αφίξεων (χρονοπαραθύρων) σε κάθε 15λεπτο διάστημα και προσδιορίζει ως καθυστέρηση στον αέρα ή στο έδαφος τις αφικνούμενες πτήσεις ώστε να ισοφαρίσει την διαθέσιμη χωρητικότητα, ενώ παράλληλα διασφαλίζει την ασφαλή λειτουργία. Υποθέτοντας ίσο διάστημα στον χρόνο άφιξης για όλα τα αεροσκάφη, οι διαχειριστές της κίνησης προσδιορίζουν ένα ρυθμό εξυπηρέτησης αφικνούμενων αεροσκαφών (Airport Arrival Rate - AAR) που ποσοτικοποιεί τον επιτρεπόμενο αριθμό αφίξεων κάθε 15 λεπτά. Αν και ο καιρός είναι μια τυχαία μεταβλητή και είναι δύσκολο να προσδιοριστεί με ακρίβεια η χωρητικότητα, οι σχεδιαστές της κίνησης αντιμετωπίζουν την χωρητικότητα του αεροδρομίου ως μια καθορισμένη τιμή και για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούν τακτικές ελέγχου ταχύτητας αεροσκαφών στον αέρα (airborne speed-control tactics) ή αναθεωρούν τα GDP, είτε επεκτείνοντας είτε μειώνοντας ή ακυρώνοντας αυτά.

Μόλις παραλειφθεί η τιμή της χωρητικότητας, το σετ των πτήσεων που επηρεάζεται από το GDP προσδιορίζεται ως εξής :

- Οι πτήσεις εκχωρούνται σε χρονοπαράθυρα στην ίδια ακολουθία με το πρόγραμμα άφιξης
- Όλες οι πτήσεις από και μέχρι το σημείο στο οποίο το εκχωρημένο χρονοπαράθυρο είναι το ίδιο με το προγραμματισμένο, αναγνωρίζονται ως επηρεασμένες πτήσεις καθορίζοντας την αρχή και το τέλος ενός GDP.

Σε κάθε αφικνούμενη πτήση που επηρεάζεται από ένα GDP, δίνεται ένας Ελεγχόμενος Χρόνος Άφιξης (Controlled Time of Arrival - CTA) που ανταποκρίνεται στον χρόνο του παραχωρημένου χρονοπαραθύρου του. Από την στιγμή που η FAA και οι αεροπορικές εταιρίες μπορούν εύκολα να υπολογίσουν τον χρόνο εναέριας κίνησης (en-route time), μπορεί να υπολογιστεί ένας ελεγχόμενος χρόνος αναχώρησης (Controlled Departure Time - CDT) αφαιρώντας τον χρόνο εναέριας κίνησης από τον CTA. Η διαφορά μεταξύ του CDT της πτήσης και της επιθυμητής ώρας αναχώρησης αποτελεί την καθυστέρηση στο έδαφος που επιβάλλεται από την FAA.

Οι αεροπορικές εταιρίες πληροφορούνται για τις αποφάσεις αυτές ενός GDP μερικές ώρες πριν την έναρξή του, επειδή υπάρχουν πτήσεις που πρέπει να καθυστερήσουν στο έδαφος πριν την απογείωση. Παρ' όλα αυτά, σε μια ειδική περίπτωση ενός GDP (π.χ. ξαφνική έντονη καταιγίδα) που ονομάζεται "Ground Stops", ρυθμίσεις επιβάλλονται με μικρή ή καμία προειδοποίηση και το αεροδρόμιο αναστέλλει την λειτουργία του άμεσα. Και στις δύο περιπτώσεις, πτήσεις που βρίσκονται ήδη στον αέρα εξαιρούνται από τις σχετικές διαδικασίες. Σε ένα GDP, επειδή είναι δύσκολο να γίνουν ακριβείς προγνώσεις των καιρικών συνθηκών για σημαντικό μελλοντικό χρονικό διάστημα, οι διεθνείς πτήσεις και κάποιες πτήσεις μεγάλης απόστασης επίσης εξαιρούνται.

- Συνεργατική απόφαση επιλογής διαδρομής (Collaborative Routing)

Η έλλειψη κοινής ενημέρωσης καταστάσεων και ικανοποιητικών διαδικασιών για την λύση της συμφόρησης οδηγεί σε αναποτελεσματική επιλογή διαδρομής, οικονομικών απωλειών για τους χρήστες, και υποβάθμιση της ασφάλειας κατά την πτήση. Η συνεργασία κατά την επιλογή των αεροδιαδρόμων που θα ακολουθηθούν (επιλογή που αφορά ολόκληρο το σύστημα και βελτιώσεις στην ροή) διανέμει τους αεροδιαδρόμους δίκαια και αποτελεσματικά, βελτιώνει την «ελαστικότητα» και επιτρέπει στους χρήστες του συστήματος και στους παροχείς υπηρεσιών να φτάσουν σε συμφωνία κατά την διαπραγμάτευση των αλλαγών στους αεροδιαδρόμους πριν την απογείωση και κατά την εναέρια κίνηση.

- Μεταβίβαση πληροφοριών της κατάστασης του NAS (NAS Status Information Dissemination)

Εκτός από την απόκτηση ενημερωμένων στοιχείων του προγράμματος πτήσεων, την άθροιση της ζήτησης του αεροδρομίου και τον διαμοιρασμό της με τον χρήστη, θα πρέπει να προσδιορίζονται και να θέτονται ως προτεραιότητες όλα τα υποψήφια στοιχεία για μελλοντική ανταλλαγή μεταξύ της FAA και των χρηστών του NAS. Σκοπός είναι να συλλεχθούν αυτά τα στοιχεία και να διανεμηθούν μέσω του AOCnet. Τέτοια στοιχεία είναι : για το οπτικό πεδίο τροχιόδρομου, καθυστερήσεων στις

αναχωρήσεις, διαμόρφωσης της λειτουργίας του αεροδρομίου, ειδικής χρήσης του εναέριου χώρου, πρόβλεψης της ζήτησης και χωρητικότητας των διαφόρων τομέων του εναερίου χώρου.

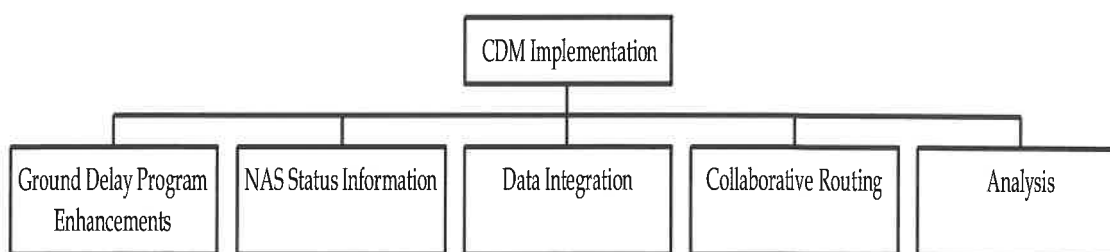
- Ενοποίηση πληροφοριών (Data Integration)

Αυτή η ομάδα θα καθορίσει ποια στοιχεία από εκείνα του NAS SID είναι υποψήφια για διαμοιρασμό μέσω του AOCnet. Τα μέλη της εξετάζουν ποια στοιχεία είναι άμεσα διαθέσιμα ή θα είναι σύντομα διαθέσιμα σε ψηφιακή μορφή συμβατή με το AOCnet.

- Ανάλυση (Analysis)

Η ανάλυση θα επιβεβαιώσει τα προνόμια των διάφορων στοιχείων του CDM. Συνολικός στόχος είναι να μετρηθούν οι συνέπειες των αλλαγών που επιφέρει το CDM στον NAS μέσω διαφορετικών μετρήσεων. Για τις αεροπορικές εταιρίες, αυτές περιστρέφονται γύρω από την «αποταμίευση» χρόνου και κόστους. Τα οφέλη για την FAA μπορούν να προσδιορισθούν αναλύοντας την αξία της πληροφορίας που προέρχεται από δυναμικό προγραμματισμό και μετρώντας την αυξημένη παραγωγικότητα του ελεγκτή λόγω των καλύτερων εργαλείων για την λήψη αποφάσεων.

Στην Εικόνα 2 παρουσιάζονται συνοπτικά σε πίνακα οι ομάδες εργασίας του CDM.



Εικόνα 2 . Συστατικά στοιχεία του CDM

Όλα τα εμπλεκόμενα μέλη οφείλουν να γνωρίζουν τους περιορισμούς που θέτει ο NAS ώστε να λαμβάνουν συνεργατικές αποφάσεις για την εναέρια κυκλοφορία. Σχεδιασμένο για να αλληλεπιδρά αποτελεσματικά με τα υπάρχοντα συστήματα της FAA, το FSM επιτρέπει στα κέντρα AOC να παρακολουθούν τις πληροφορίες που αποστέλλονται στο δίκτυο του CDM στον ίδιο χρόνο και με την ίδια τυποποίηση με τα ATCSCC, και σε όλους τους χρήστες να επιβλέπουν την ζήτηση και χωρητικότητα του αεροδρομίου. Το FSM απεικονίζει συγκεκριμένες πληροφορίες πτήσεων, ρυθμούς αφίξεων στο αεροδρόμιο (AAR), ανοιχτά χρονοπαράθυρα αφίξεων και άλλα σχετικά στοιχεία λειτουργίας, και περιέχει τρία σημαντικά συστατικά : γραφική και χρονική παρουσίαση της ζήτησης, εξαγωγή πληροφοριών και άλλα στοιχεία καθυστερήσεων στο έδαφος. Οι διαχειριστές χρησιμοποιούν, επίσης, το FSM σαν εργαλείο ανάλυσης λειτουργιών, για να επιθεωρούν τις συνέπειες κάθε αναλαμβανόμενης ενέργειας στην εναέρια κυκλοφορία (δηλαδή καθυστερήσεις, ακυρώσεις, προγράμματα επιβαλλόμενα από την FAA).

Μερικά από τα στοιχεία που αποτελούν το **FSM** (Flight Schedule Monitor) είναι :

- Διανομή σύμφωνα με το πρόγραμμα πτήσης (Ration by Schedule – RBS)

Το RBS είναι αυτό που καθιστά δυνατή την ανταλλαγή στοιχείων. Στο προηγούμενο σύστημα διαχείρισης κυκλοφορίας (traffic management system - ETMS), αν μία αεροπορική εταιρία ανέφερε ακυρώσεις πριν από το GDP, αυτές οι πτήσεις θα αποσύρονταν από την βάση δεδομένων και η εταιρία δεν θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει τα καθορισμένα για εκείνη χρονοπαράθυρα άφιξης για ενδεχόμενες αλλαγές. Αν μία εταιρία ανέφερε καθυστέρηση λόγω μηχανικής βλάβης, το ETMS θα επαναπροσδιόριζε την ώρα άφιξης, και αν τίθετο σε λειτουργία το GDP, στη πτήση αυτή πιθανότατα θα προστίθετο επιπρόσθετη καθυστέρηση μαζί με εκείνη λόγω της μηχανικής βλάβης. Αυτές οι συνέπειες, γνωστές και ως «διπλή ποινή» (“double penalty”) αποτελούσαν εμπόδιο στην εγκατάσταση της ανταλλαγής πληροφοριών : οι αεροπορικές εταιρίες απλά δεν θα ήθελαν και δεν θα μπορούσαν να αποστείλουν πληροφορίες που θα δημιουργούσαν δυσμενείς οικονομικές επιπτώσεις. Το RBS, αντιθέτως, παρακάμπτει αυτό το εμπόδιο.

Η ιδέα του RBS είναι σχετικά απλή. Όταν η χωρητικότητα αφίξεων μειώνεται και οι περιορισμένοι πόροι (χρονοπαράθυρα αφίξεων) πρέπει να διανεμηθούν, για τις προγραμματισμένες πτήσεις η διανομή πρέπει να γίνει σύμφωνα με το πρωτότυπο πρόγραμμα και όχι με τις τρέχουσες συνθήκες ζήτησης. Ο αλγόριθμος του RBS χρησιμοποιείται για να διανεμηθούν τα χρονοπαράθυρα αφίξεων μεταξύ των εταιριών στην βάση του first-scheduled-first-served μεταβάλλοντας το πρόγραμμα αφίξεων ώστε να εναρμονιστεί με την χωρητικότητα. Το δυνατό σημείο του RBS αποτελεί το γεγονός ότι είναι πολύ εύκολο να εγκατασταθεί, είναι τοπικό και αποκεντρωμένο από το αεροδρόμιο και είναι κοινώς αποδεκτό από τις αεροπορικές εταιρίες. Οι εντολές του αλγόριθμου του RBS είναι :

- ❖ Διέταξε τις πτήσεις με την προγραμματισμένη ώρα άφιξης τους
- ❖ Επέλεξε την πρώτη πτήση με προσδιορισμένο χρονοπαράθυρο. Αν δεν υπάρχει καμία, ο αλγόριθμος τερματίζει. Αλλιώς, όρισε στην πτήση το πρώτο διαθέσιμο χρονοπαράθυρο δεδομένης της προγραμματισμένης ώρας άφιξης της.

Η λογική πίσω από τον ορισμό των χρονοπαραθύρων με βάση την προγραμματισμένη ώρα άφιξης σε αντίθεση με την πιο πρόσφατη εκτιμώμενη ώρα άφιξης (που πιθανώς να διαφέρει από την προγραμματισμένη ώρα άφιξης λόγω ποικίλων αβεβαιοτήτων), είναι ότι σε αυτή την περίπτωση δεν επιβάλλεται ποινή στις αεροπορικές εταιρίες όταν δηλώσουν καθυστέρηση ή ακύρωση πτήσης.

Το RBS ελαχιστοποιεί τις μέγιστες καθυστερήσεις στο έδαφος που έχουν διανεμηθεί σε διαφορετικές πτήσεις. Στην πράξη, το RBS λειτουργεί και για πτήσεις που βρίσκονται ήδη στον αέρα και για αυτές που εξαιρούνται από το GDP (π.χ. διεθνείς και κάποιες πτήσεις μεγάλης απόστασης) και σέβεται τις κατανομές προηγούμενων GDP που εκτελούνται. Το αποτέλεσμα του RBS είναι η διανομή των χρονοπαραθύρων στις αεροπορικές εταιρίες παρά στις ίδιες τις πτήσεις. Για τον λόγο αυτό μετά την αρχική διανομή, οι εταιρίες είναι ελεύθερες να επαναπρογραμματίσουν

τις πτήσεις τους σύμφωνα με τα δικά τους κριτήρια μέσω αλλαγών ή ακυρώσεων.

Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι παρουσιάζονται πολλές εμφανείς διαφορές στην εκτέλεση ενός GDP του CDM με την χρήση του RBS :

- ❖ Στις ακυρωμένες πτήσεις εκχωρούνται χρονοπαράθυρα αφίξεων και Εγκεκριμένοι Χρόνοι Αναχώρησης (Estimated Departure Clearance Times - EDCT's). Αυτό επιτρέπει στην εταιρία να επανακτήσει τον έλεγχο του χρονοπαραθύρου και να τοποθετήσει άλλη πτήση στο ανοιχτό, πλέον, χρονοπαράθυρο, αν η ίδια το επιθυμεί.
- ❖ Στις ενεργές πτήσεις επίσης εκχωρούνται χρονοπαράθυρα αφίξεων και EDCT's. Αυτό διασφαλίζει ότι όλες οι πτήσεις που φτάνουν στην διάρκεια ενός GDP έχουν χρονοπαράθυρα, και δίνει την δυνατότητα στις εταιρίες να τα διαχειριστούν.
- ❖ Στις πτήσεις που πρόκειται να αφιχθούν σε διαφορετική ώρα από την προγραμματισμένη θα εκχωρηθούν, παρ' όλα αυτά, χρονοπαράθυρα αφίξεων (και καθυστερήσεις) με βάση την προγραμματισμένη ώρα. Στην περίπτωση που η εταιρία αναφέρει την καθυστέρηση αποφεύγει την διπλή ποινή. Σε περιπτώσεις όπου μία πτήση αναμένεται να αφιχθεί (σημαντικά) νωρίτερα από την προγραμματισμένη ώρα, η καθυστέρηση που θα της «κατανεμηθεί» θα είναι δυσανάλογα μεγάλη.

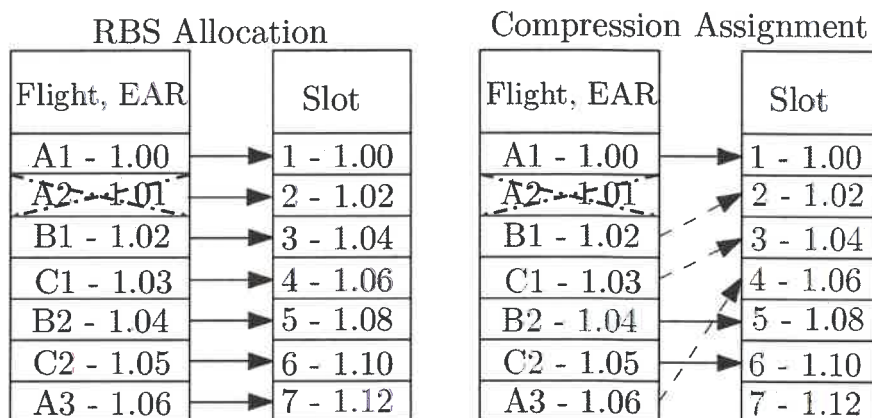
▪ Συμπίεση (Compression)

Οι αλλαγές και οι ακυρώσεις δημιουργούν κενά (ανοιχτά χρονοπαράθυρα) στο πρόγραμμα αφίξεων. Η εκμετάλλευση του τροχιόδρομου (με χρήση του RBS) βελτιώνεται ακόμη περισσότερο με την χρήση της διαδικασίας της Συμπίεσης που στην ουσία μετακινεί πτήσεις προς τα πάνω στο

πρόγραμμα ώστε να συμπληρώσει αυτά τα κενά. Οι αεροπορικές εταιρίες έχουν κίνητρο να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τα ανοιχτά χρονοπαράθυρα καθώς ουσιαστικά αποζημιώνονται για τα χρονοπαράθυρα που ελευθερώνουν, παίρνοντας προτεραιότητα για τα επόμενα διαθέσιμα χρονοπαράθυρα που είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσουν. Η Συμπίεση είναι, βασικά, ένας πολύ απλός μηχανισμός ανταλλαγής μεταξύ των αεροπορικών εταιριών βασισμένο στην αρχή ότι οι εταιρίες αρέσκονται να προγραμματίζουν τις πτήσεις τους όσο το δυνατόν νωρίτερα, με τον περιορισμό το νέο πρόγραμμα να μην τοποθετεί τις πτήσεις πριν την αρχική προγραμματισμένη ώρα άφιξης τους. Τα ακόλουθα βήματα πραγματοποιούνται για κάθε ανοιχτό χρονοπαράθυρο s στην ακολουθία ανοιχτών χρονοπαραθύρων C με βάση το νεώτερο πρόγραμμα σύμφωνα με τον αλγόριθμο της Συμπίεσης :

- ❖ Έλεγε αν κάθε πτήση, f , μιας αεροπορικής εταιρίας, A , μπορεί να μετακινηθεί στο χρονοπαράθυρο s σύμφωνα με την νωρίτερη ώρα άφιξης της. Αν δεν υπάρχει καμία τέτοια πτήση, πήγαινε στο βήμα 2, αλλιώς αντιμετάθεσε το χρονοπαράθυρο της πτήσης f στο s και επανέλαβε το βήμα 2 για το καινούριο χρονοπαράθυρο που άδειαζε, δηλωμένο ως s_f , κάτοχος του οποίου παραμένει η εταιρία A .
- ❖ Καθόρισε την πρώτη πτήση f' στο πρόγραμμα, που ανήκει σε άλλη αεροπορική εταιρία και μπορεί να μετακινηθεί ώστε να χρησιμοποιήσει το χρονοπαράθυρο s σύμφωνα με την νωρίτερη ώρα άφιξης της. Αν δεν υπάρχει καμία τέτοια πτήση, πήγαινε στο βήμα 3. αλλιώς αντιμετάθεσε το χρονοπαράθυρο της πτήσης f' στο s και επανέλαβε το βήμα 2 για το ελεύθερο χρονοπαράθυρο $s_{f'}$, του οποίου κάτοχος είναι η A .
- ❖ Αν καμία πτήση δεν μπορεί να λάβει το χρονοπαράθυρο s , επέστρεψε στο βήμα 2 με το επόμενο ανοιχτό χρονοπαράθυρο της C .

Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται μια εφαρμογή του αλγορίθμου της Συμπίεσης πάνω στο RBS. Τα A, B, C, αντιπροσωπεύουν 3 διαφορετικές αεροπορικές εταιρίες με την νωρίτερη ώρα άφιξης (EAR). Μελετάται ένα σενάριο σε GDP, όπου ο χρόνος για να προσγειωθεί ένα αεροσκάφος διπλασιάζεται από 1 σε 2 λεπτά. Το RBS κατανέμει τα χρονοπαράθυρα στις αεροπορικές εταιρίες απλά σπρώχνοντας το πρόγραμμα προς τα κάτω στον χρόνο. Ο αλγόριθμος ενεργοποιείται όταν η εταιρία A ακυρώνει την πτήση A2. Τότε, ο αλγόριθμος μετακινεί την B1 και την C1 κατά μία θέση (χρονοπαράθυρο) για τους παρακάτω λόγους : η πτήση A3 δεν θα αφιχθεί πριν τις 1:06, η B1 αφικνείται στις 1:02 και η C1 στις 1:04. Η A3 έχει προτεραιότητα για κάθε αποδεδειγμένο χρονοπαράθυρο και της δίνεται αυτό των 1:06 που απελευθέρωσε η πτήση C1.



Εικόνα 3 . Διαδικασία της Συμπίεσης ως μέρος των GDPs του CDM. (Source: Harsha 2009)

Η Συμπίεση, γνωστή και ως γεφύρωση αντικαταστάσεων, είναι μια διαδικασία όπου τα μη χρησιμοποιούμενα χρονοπαράθυρα αφίξεων μετακινούνται χρονικά προς τα πάνω έτσι ώστε ο κάτοχος τους να μπορεί να τα ξαναχρησιμοποιήσει. Για τον λόγο αυτό, αντιπροσωπεύει μια κατάσταση που κερδίζουν και οι δύο (win-win situation). Τα περισσότερα κέρδη αποκομίζει η εταιρία που μείωσε την ζήτηση ακυρώνοντας μια πτήση, αλλά, επίσης, σχεδόν όλοι αποκομίζουν κέρδη. Όταν η διαδικασία της Συμπίεσης ολοκληρωθεί, η εταιρία παίρνει το απελευθερωμένο χρονοπαράθυρο πίσω, σε χρονική στιγμή όπου δεν μπορεί να

πραγματοποιηθεί άλλη μετακίνηση. Με άλλα λόγια, όταν οι εταιρίες αποστέλλουν μήνυμα με το οποίο ελευθερώνουν ένα χρονοπαράθυρο και το κάνουν διαθέσιμο προς Συμπίεση, στην πραγματικότητα δεν παραιτούνται, αλλά επιτρέπουν να μετακινηθεί το χρονοπαράθυρο στον χρόνο ώστε να μπορούν να το αξιοποιήσουν.

Γενικά, εκείνοι που επωφελούνται κυρίως από την Συμπίεση, είναι οι χρήστες με μικρή παρουσία στο αεροδρόμιο. Σε τέτοιες περιπτώσεις, τείνουν να δημιουργηθούν κενά στο πρόγραμμα, εμποδίζοντας την πλήρη χρήση της διαδικασίας της Αλλαγής (substitution process). Υπάρχουν, ακόμη, περιπτώσεις κατά τις οποίες μια εταιρία με μεγάλη παρουσία στο αεροδρόμιο μπορεί να επωφεληθεί από την Συμπίεση. Αυτό συνήθως απαιτεί ένα σημαντικό αριθμό ακυρώσεων πριν μπει σε εφαρμογή η διαδικασία της Συμπίεσης ώστε να συμπληρωθούν τα κενά. Σημειώνεται ότι το κατά πόσο η Συμπίεση είναι επωφελής σε μια συγκεκριμένη περίπτωση, εξαρτάται ως ένα βαθμό από την AAR.

Με την Συμπίεση τα χρονοπαράθυρα που μια εταιρία δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει, ανταλλάσσονται με τέτοιο τρόπο ώστε όλες οι εταιρίες να λαμβάνουν μείωση καθυστέρησης. Όμως, υπάρχουν κάποια βασικά **μειονεκτήματα** σε αυτή την διαδικασία :

- ❖ Η Συμπίεση απαιτεί μια κεντρική Αρχή, όπως η FAA, για να τρέξει την διαδικασία περιοδικά σε πραγματικό χρόνο.
- ❖ Η Συμπίεση στερείται ξεκάθαρης έκφρασης καθώς είναι δι-εταιρική ανταλλαγή πληροφοριών. Μια αεροπορική εταιρία δεν μπορεί να δηλώσει με σαφή λεπτομέρεια το χρονοπαράθυρο που χρειάζεται ως ανταλλαγή για εκείνο που παραδίδει.
- ❖ Μια αεροπορική εταιρία δεν λαμβάνει καμία εγγύηση όταν ακυρώνει ένα χρονοπαράθυρο ότι κάποια από τις υπόλοιπες

καθυστερημένες πτήσεις της θα μετακινηθούν χρονικά. Υπάρχει προτεραιότητα, αλλά όχι εγγύηση.

Για να ξεπεραστούν αυτά τα μειονεκτήματα, μια πιο δυναμική μορφή της Συμπίεσης αποκαλούμενη και “Slot Credit Substitutions” (SCS), βρίσκεται σε λειτουργία. Οι αεροπορικές εταιρίες μπορούν να υποβάλλουν μια «υποθετική ακύρωση» (“conditional cancellation” request) της μορφής : «προτίθεται να παραδώσω χρονοπαράθυρο στον χρόνο t_1 , ακυρώνοντας την πτήση f_1 , αν μπορώ να μετακινήσω την πτήση f_2 σε χρονοπαράθυρο μεταξύ ενός διαστήματος χρόνου (t_2, t_3)». Η FAA εξετάζει τις διαθέσιμες πτήσεις στο διάστημα (t_1, t_3) και προσπαθεί να μετακινήσει μια ακολουθία πτήσεων σε νωρίτερα χρονοπαράθυρα (συμπεριλαμβανομένου και εκείνου στον χρόνο t_1) ώστε να λάβει ένα χρονοπαράθυρο σε μεταγενέστερο χρόνο (μεταξύ t_2, t_3) για την εταιρία που το ζήτησε. Η FAA εξετάζει τέτοια αιτήματα σε συνεχή βάση, κι έτσι εφαρμόζει μία συνεχή διαδικασία Συμπίεσης σε πραγματικό χρόνο. Το SCS παρέχει, επίσης, αυξημένες ευκαιρίες ανταλλαγής μέσω της Συμπίεσης λόγω της συνεχούς ανταπόκρισης, αλλά και της υποθετικής φύσεως των αιτημάτων. Παρ’ όλα αυτά, επειδή το SCS περιορίζεται σε ένα σύστημα αγοραπωλησίας ένας προς έναν, έχει περιορισμένη εκφραστικότητα και προβλήματα εφαρμογής όταν οι εταιρίες προτιμούν πιο πολύπλοκα σχέδια (π.χ. ανταλλαγή 2-2 δηλωμένα ως 2 ανταλλαγές 1-1).

Από το 2007 έχει τεθεί σε εφαρμογή μια προσαρμοστική διαδικασία Συμπίεσης. Αυτή αποτελείται ουσιαστικά από τον αλγόριθμο της Συμπίεσης να τρέχει συνεχώς σε πραγματικό χρόνο, με τις αεροπορικές εταιρίες να έχουν την ικανότητα να ελέγχουν τις πτήσεις που είναι μέρος της διαδικασίας. Το κέρδος της διαδικασίας αυτής, είναι ότι οι προγραμματισμένες πτήσεις πάντα έχουν προτεραιότητα από τις πτήσεις που δεν είναι προγραμματισμένες (πτήσεις γενικής αεροπλοΐας), σε αντίθεση με την κανονική διαδικασία Συμπίεσης που τις τοποθετούσε στα ελεύθερα χρονοπαράθυρα πριν τρέξει τον αλγόριθμο Συμπίεσης.

- Συνεχής αξιολόγηση (Revision)

Τα ATCSCC για να κρατήσουν πτήσεις στο έδαφος πρέπει να λάβουν αποφάσεις σχετικά με τις παραμέτρους του GDP (χρόνοι αρχής και τέλους, ρυθμός εξυπηρέτησης αφίξεων (AAR), αεροδρόμια που θα συμπεριληφθούν κ.λπ.) με βάση τις πληροφορίες της προβλεπόμενης ζήτησης/χωρητικότητας. Αυτές οι πληροφορίες είναι δυναμικές και οι συνθήκες αλλάζουν κατά της διάρκεια ενός GDP που απαιτεί προσαρμογή για να συνεχίσει να ισορροπεί την ζήτηση με την χωρητικότητα. Στο ισχύον ETMS τα ATCSCC έχουν περιορισμένη δυνατότητα να προσαρμόσουν ένα GDP. Οι επιλογές τους περιλαμβάνουν :

- ❖ Έκδοση μιας τυπικής καθυστέρησης που προσαρμόζει τα EDCTs όλων των πτήσεων κατά την ίδια ποσότητα.
- ❖ Απελευθέρωση επιλεγμένων ομάδων πτήσεων από τα EDCTs τους.
- ❖ Επιμήκυνση ενός GDP, που ουσιαστικά είναι η εφαρμογή ενός δεύτερου GDP που ξεκινάει μόλις τελειώσει το πρώτο.
- ❖ Ακύρωση του GDP και έκδοση καινούριου.

Η χρήση της τυπικής καθυστέρησης αποτελεί ένα εργαλείο διαχείρισης της κυκλοφορίας που δεν μπορεί να εξομαλύνει αποτελεσματικά αιχμές ή κενά στην σχεδιασμένη ζήτηση. Στα GDPs μεγάλης διάρκειας, όταν η ζήτηση και η χωρητικότητα ξεφεύγουν πολύ από την ισορροπία, τα ATCSCC συχνά πρέπει να αποφασίσουν στάση στο έδαφος ώστε να προλάβουν την κράτηση στον αέρα από το να φτάσει σε μη αποδεκτό επίπεδο.

Το FSM δίνει στα ATCSCC την δυνατότητα να επανεξετάσουν κάποια ή όλες τις παραμέτρους του GDP του CDM ώστε να προσαρμοστούν σε εναλλασσόμενη χωρητικότητα ή ζήτηση. Για παράδειγμα, μπορούν να αυξήσουν την AAR για επιλεγμένες ώρες αν δεν υλοποιούνται οι καιρικές συνθήκες που έχουν προβλεφθεί, ή να αυξήσουν την AAR και να

παρατείνουν την διάρκεια του GDP αν οι καιρικές συνθήκες δεν υποχωρούν όπως αναμένεται. Σε κάποιες περιπτώσεις όταν παρουσιάζεται μια ξαφνική άνοδος στην σχεδιασμένη ζήτηση αφίξεων ως αποτέλεσμα καινούριας ή απότομα αυξημένης ζήτησης (π.χ. διεθνείς πτήσεις που λειτουργούν εκτός προγράμματος, ελεγχόμενες πτήσεις που δεν αναχωρούν στο EDCT τους κ.λπ.), τα ATCSCC μπορούν να επανεξετάσουν το GDP χρησιμοποιώντας τις ίδιες παραμέτρους ώστε να εξομαλύνουν την ροή. Στην διαδικασία της επανεξέτασης, τα διαθέσιμα χρονοπαράθυρα άφιξης επαναυπολογίζονται με χρήση των αναθεωρημένων παραμέτρων του GDP, και στην συνέχεια οι πτήσεις επανατοποθετούνται σε χρονοπαράθυρα με βάση την νέα κατάσταση τους και την προηγούμενη θέση τους στο GDP. Τότε τους αποδίδονται και καινούρια EDCTs. Σε συνάρτηση με την φύση της επανεξέτασης, οι καθυστερήσεις σε, προηγουμένως, ελεγχόμενες πτήσεις μπορεί να αυξηθούν (χαμηλότερο AAR) ή να μειωθούν (υψηλότερο AAR).

- Έλεγχος με τα CTAs (Control by Controlled Times of Arrival – CTAs)

Ο χρήστης, από την στιγμή που του έχει δοθεί ένα χρονοπαράθυρο άφιξης, μπορεί να καθορίσει ο ίδιος την ώρα αναχώρησής του σύμφωνα με τα δικά του οικονομικά κριτήρια. Αυτή η ώρα θα γίνει η EDCT. Μια έκδοσή του τέθηκε σε εφαρμογή πρόσφατα με ένα καινούριο μήνυμα γνωστό ως ADJ (adjust), ως μέρος της υπάρχουσας διαδικασίας Αλλαγής. Το μήνυμα ADJ επιτρέπει στους χρήστες να αντικαταστήσουν τον υπολογισμένο από την FAA χρόνο εναέριας κίνησης (ETE) με τον δικό τους, επιλέγοντας κατά αυτό τον τρόπο την ώρα αναχώρησής τους.

- Απλουστευμένες Αλλαγές (Simplified Substitutions)

Η υπάρχουσα διαδικασία Αλλαγής μπορεί να είναι κατά κάποιον τρόπο δυσκίνητη και δύσκολη στην χρήση. Στις Απλουστευμένες Αλλαγές η ανάγκη να αναγνωριστούν συγκεκριμένα ζευγάρια ανταλλαγών ή αλλαγών (π.χ. η πτήση 1 ακυρώνεται και η πτήση 2 αλλάζει και παίρνει το χρονοπαράθυρο της πτήσης 1) έχει εξαλειφθεί. Στους χρήστες διανέμεται μια συλλογή χρονοπαραθύρων άφιξης, και στην αρχική λύση θα υπήρχε μια αρχική διανομή πτήσεων στα χρονοπαράθυρα. Αν κάποιος χρήστης ακυρώσει, καθυστερήσει ή με οποιοδήποτε τρόπο αλλάξει την διανομή των χρονοπαραθύρων, θα πρέπει απλά να το αναφέρει.

Πρακτικά μέρος της ανταλλαγής στοιχείων, τα GDPs αντιπροσωπεύουν, ίσως, το δυνατότερο, πραγματικά συνεργατικό, συστατικό στοιχείο του προγράμματος. Αντί να αποστέλλεται ένα έγγραφο πληροφόρησης που να δηλώνει ότι ένα GDP θα εφαρμοστεί την Χ ώρα με τον Υ ρυθμό, το έγγραφο περιέχει έναν cut-off time, την ώρα κατά την οποία το πρόγραμμα θα τίθεται ουσιαστικά σε εφαρμογή. Οι χρήστες του NAS μπορούν ως εκείνη την ώρα να επαναπρογραμματίσουν, ακυρώσουν, και να μειώσουν την ζήτηση τόσο, ώστε είτε να καθυστερήσει η αρχή του προγράμματος είτε να εξαλείφει η ανάγκη ενός GDP.

2.2.2) Αποτελέσματα ολοκληρωμένης εφαρμογής

Βασισμένη στα αποτελέσματα ποικίλων ασκήσεων, στατιστικών αναλύσεων και αναλύσεων προσομοίωσης, η FAA συνέταξε μια **ανάλυση αποτίμησης της επίδρασης του CDM**. Χρησιμοποιώντας μοντέλα για την ανάπτυξη της ζήτησης, τα κέρδη υπολογίστηκαν για περιόδους 8 ετών. Το συμπέρασμα ήταν ότι τα στοιχεία του CDM (όπως περιγράφηκαν παραπάνω) περιλαμβάνουν μια δυνητική μείωση 2,6 δισεκατομμυρίων δολαρίων στα κόστη της αεροπορικής βιομηχανίας στο τέλος του 2016. Συνυπολογισμένου του κόστους του χρόνου των επιβατών, το ποσό αυτό γίνεται 8,9 δισεκατομμύρια δολάρια. Αν, ακόμη, ληφθεί υπόψη το κόστος επένδυσης που απαιτείται από τις αεροπορικές εταιρίες, ένας πρόχειρος υπολογισμός του κόστους πλήρους εγκατάστασης λειτουργίας του CDM είναι στα 5 εκατομμύρια δολάρια. Θεωρώντας ότι η παραπάνω ανάλυση δεν έχει λάβει υπόψη της τις ακόλουθες παραμέτρους :

- Βελτιωμένος προγραμματισμός από την πλευρά των χρηστών που είναι δυνατό να προέρχεται από την επιστροφή της ροής των πληροφοριών
- Περιορισμός των συνεπειών της διάδοσης των καθυστερήσεων λόγω ανακούφισης των καθυστερήσεων
- Ποιοτικά κέρδη, όπως είναι η βελτιωμένη ελαστικότητα στον προγραμματισμό που σχετίζεται με την διαδικασία της Απλουστευμένης Αλλαγής,

τα πραγματικά κέρδη από την εγκατάσταση του CDM μπορεί να είναι ακόμη μεγαλύτερα. Το CDM επιχειρεί να βελτιώσει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα στον NAS. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ασκήσεων δοκιμών του CDM που πραγματοποιήθηκαν από το προσωπικό των αεροπορικών εταιριών και της FAA, μπορεί να επιτευχθεί ένα ποσοστό μείωσης των καθυστερήσεων της τάξης του 10-40%. Χρησιμοποιώντας τα λεπτά καθυστέρησης ως καθοριστικό παράγοντα για την μείωση του κόστους, η επένδυση στο CDM δύναται να δημιουργήσει σημαντική επιστροφή χρημάτων. Κρατώντας κατά νου τα, ήδη, γνωστά κέρδη, είναι εύκολο να συμπεράνουμε ότι καλύτερη συνεργασία και ανταλλαγή πληροφοριών μέσα από ένα καλά κατασκευασμένο ACDM, αποτελούν σημεία-κλειδιά στην προσπάθεια να μετριαστούν η συμφόρηση στα αεροδρόμια και τα προβλήματα καθυστερήσεων.

2.3) Εφαρμογή στην Ευρώπη (Eurocontrol)

Εξ' αιτίας των προβλέψεων για μεγάλη ανάπτυξη στην αεροπορική βιομηχανία τα προσεχή χρόνια και λόγω των πρόσφατων βελτιώσεων στο δίκτυο του έλεγχου εναέριας κυκλοφορίας (Air Traffic Control - **ATC**), η χωρητικότητα του αεροδρομίου αποτελεί το κρίσιμο σημείο για το συνολικό σύστημα Διαχείρισης της Εναέριας κυκλοφορίας (Air Traffic Management - **ATM**). Για να ανταποκριθούν σε αυτή την πρόκληση, τα αεροδρόμια οφείλουν να ενοποιηθούν στο δίκτυο της ATM. Ένα αρχικό βήμα προς την σύνδεση των αεροδρομίων του ECAC (European Civil Aviation Conference) στο δίκτυο, αποτελεί η εγκατάσταση της Μηχανισμού Κοινής Λήψης Αποφάσεων στο Αεροδρόμιο (Airport Collaborative Decision Making - ACDM) από το Eurocontrol. Το ACDM είναι μια ευρωπαϊκή πρωτοβουλία βασισμένη στην λειτουργική εναρμόνιση, την τεχνολογική προτυποποίηση και την εντολή της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, και είναι ζωτικό στοιχείο των προγραμμάτων της Δυναμικής Διαχείρισης του Δικτύου του Ευρωπαϊκού Εναέριου Χώρου (Dynamic Management of the European Airspace Network - DMEAN) και του Ενιαίου Ευρωπαϊκού Εναερίου Χώρου (Single European Sky ATM Research - SESAR). Μέσω του ACDM, η επικοινωνία μεταξύ των αεροδρομίων, των Υπηρεσιών Παροχής Εναέριας Κυκλοφορίας (Air Navigation Service Providers - ANSPs) και της Κεντρικής Μονάδας Διαχείρισης της Ροής (**CFMU**) καθίσταται δυνατό να βελτιωθεί. Αυτό το πανευρωπαϊκό πρόγραμμα θα συγκεντρώσει έναν αριθμό από πρόσφατες αναβαθμίσεις του ATM και θα βελτιώσει τις διαδικασίες ανταλλαγής πληροφοριών ώστε να επιτρέψει στο σύστημα της ATM να αντιμετωπίσει τις διάφορες καταστάσεις ζήτησης και χωρητικότητας με πιο δυναμικό τρόπο, με βάση την λειτουργική συνεργασία μεταξύ των Ευρωπαίων εταίρων του ATM.

Το ACDM είναι κάτι παραπάνω από ένα ευρωπαϊκό σχέδιο. Στην πράξη, η αρχική έμπνευση για το γενικό πλάνο του CDM ήρθε από την Ηνωμένες Πολιτείες, μολονότι πιο προσηλωμένο στα κέρδη σε ό,τι αφορά τους χρόνους εναέριας κίνησης. Σήμερα, η αναγνώριση αυξάνεται στον κόσμο και οι εκπρόσωποι του CDM στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι συνεπαρμένοι με το Ευρωπαϊκό σχέδιο και τον τρόπο που εφαρμόζεται στα αεροδρόμια. Κατασκευαστές και διαχειριστές ερευνούν ενεργά τους τρόπους με τους οποίους τα στοιχεία του ACDM μπορούν να εφαρμοστούν στα Αμερικάνικα αεροδρόμια.

Κεφάλαιο 2 Μηχανισμός Κοινής Λήψης Αποφάσεων στα αεροδρόμια (ACDM)

Το ACDM, ουσιαστικά, έχει να κάνει με συνεταίρους που εργάζονται μαζί πιο αποτελεσματικά και προφανώς με τον τρόπο που εργάζονται και μοιράζονται πληροφορίες. Καλύτερες αποφάσεις είναι πιθανό να ληφθούν με την εγκατάσταση του ACDM με βάση πιο ακριβείς και έγκαιρες πληροφορίες, με αποτέλεσμα όλα τα στελέχη που λειτουργούν σε ένα αεροδρόμιο να έχουν την ίδια ενημέρωση των καταστάσεων. Ένα στέλεχος του ACDM είναι ένας μέτοχος του CDM αεροδρομίου, που συμμετέχει στην διαδικασία του ACDM. Το ACDM βασίζεται στην εθελοντική συνεργασία των διαφόρων στελεχών του, ως αποτέλεσμα της κοινής αναγνώρισης των κερδών που θα επιφέρει σε όλους.

Τα κύρια **στελέχη του ACDM** είναι :

- Ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας (Air Navigation Service Providers - ATC)
- Αεροπορικές εταιρίες
- Κεντρική Μονάδα Διαχείρισης Ροής (CFMU)
- Επίγεια εξυπηρέτηση
- Διαχείριση αεροδρομίου

2.3.1) Σχεδιασμός και σκοπιμότητα

Το ACDM είναι το σχέδιο που στοχεύει στην βελτίωση της Διαχείρισης της Εναέριας Κυκλοφορίας και Χωρητικότητας (Air Traffic Flow and Capacity Management - **ATFCM**) στα αεροδρόμια μειώνοντας τις καθυστερήσεις,

βελτιώνοντας την πρόβλεψη καταστάσεων κατά την διάρκεια μιας πτήσης και βελτιστοποιώντας την εκμετάλλευση των πόρων του αεροδρομίου. Με την χρήση του ACDM το δίκτυο λειτουργεί με περισσότερο ακριβείς πληροφορίες απογείωσης ώστε να εξαχθούν τα χρονοπαράθυρα του ATFM (Air Traffic Flow Management - **ATFM**). Όσο περισσότερα αεροδρόμια εγκαθιστούν το ACDM, το δίκτυο θα είναι ικανό να εκμεταλλευτεί αποτελεσματικά τα διαθέσιμα χρονοπαράθυρα και να μειώσει την τρέχουσα buffer capacity.

Οι **γενικοί στόχοι** του ACDM συνοψίζονται ως εξής :

- Βελτιωμένη πρόβλεψη και έγκαιρη απόδοση
- Μειωμένα κόστη στις κινήσεις εδάφους
- Αναβαθμισμένη χρήση των υποδομών του αεροδρομίου (όπως εγκαταστάσεις επίγειας εξυπηρέτησης, πύλες, δάπεδα στάθμευσης και τερματικοί σταθμοί επιβατών) και μειωμένη κυκλοφοριακή συμφόρηση (όπως στα αρρα (χώρος επίγειας κίνησης γύρω από τα δάπεδα στάθμευσης) και τους τροχιόδρομους)
- Μειωμένη απώλεια χρονοπαραθύρων του ATFM
- Ελαστικός σχεδιασμός πριν την αναχώρηση.

Ένα από τα κύρια εξαγόμενα της διαδικασίας του ACDM θα είναι ο πολύ ακριβής Στοχευμένος Χρόνος Απογείωσης (Target Take-Off Time - **TTOT**), που όχι μόνο θα ενισχύσει τον προγραμματισμό στις ενέργειες στο έδαφος, αλλά μπορεί, ακόμη, να χρησιμοποιηθεί για να βελτιώσει τον σχεδιασμό, όπως επίσης και για να οργανώσει με μεγαλύτερη ακρίβεια την διαχείριση του Ευρωπαϊκού εναέριου χώρου.

Το ACDM είναι ένα **σχέδιο λειτουργίας** βασισμένο σε στοιχεία που έχουν ως στόχο να πετύχουν υψηλότερη λειτουργική αποτελεσματικότητα και χωρίζεται στα ακόλουθα **στοιχεία** :

▪ Ανταλλαγή πληροφοριών (Information Sharing)

Ο Διαμοιρασμός πληροφοριών αποτελεί το βασικότερο στοιχείο του ACDM και το θεμέλιο για όλα τα υπόλοιπα στοιχεία. Καθορίζει τον διαμοιρασμό ακριβών και έγκαιρων πληροφοριών μεταξύ των στελεχών του ACDM, με σκοπό να πετύχουν κοινή ενημέρωση των καταστάσεων και να αναβαθμίσουν την πρόβλεψη γεγονότων κίνησης. Η Πλατφόρμα Διαμοιρασμού Πληροφορίας του ACDM (ACDM Information Sharing Platform - **ACISP**), ένας γενικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον τρόπο με τον οποίο παρέχεται ο διαμοιρασμός πληροφοριών μεταξύ των στελεχών του ACDM, μαζί με τις καθορισμένες διαδικασίες που έχουν συμφωνηθεί από αυτά, είναι τα μέσα που χρησιμοποιούνται για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι. Η ACISP αποτελείται από συστήματα, βάσεις δεδομένων και περιβάλλοντα χρήστη, και θα πρέπει να εκπληρώνει τις ακόλουθες απαιτήσεις :

- να συνδέει ξεκάθαρα αφίξεις και αναχωρήσεις
- να αποφεύγει την υπερφόρτωση πληροφοριών
- να δημιουργήσει συνεπή εικόνα και αίσθηση
- να αποφεύγει περιττές εκθέσεις
- να είναι κατασκευασμένο στα μέτρα του εκάστοτε εταίρου-στελέχους του ACDM.

Κάποια από τα βασικά στοιχεία που ανταλλάσσονται μέσω του ACISP συνοψίζονται στην Εικόνα 4. Το πρωτότυπο περιβάλλον χρήστη του ACDM που έχει εγκατασταθεί στο αεροδρόμιο Heathrow του Λονδίνου, δίνει μια εικόνα μιας τέτοιας πλατφόρμας. Όλες οι πληροφορίες που βρίσκονται σε αυτή την πλατφόρμα, παρουσιάζονται στην Εικόνα 5 μαζί με τις επεξηγήσεις των συμβόλων.

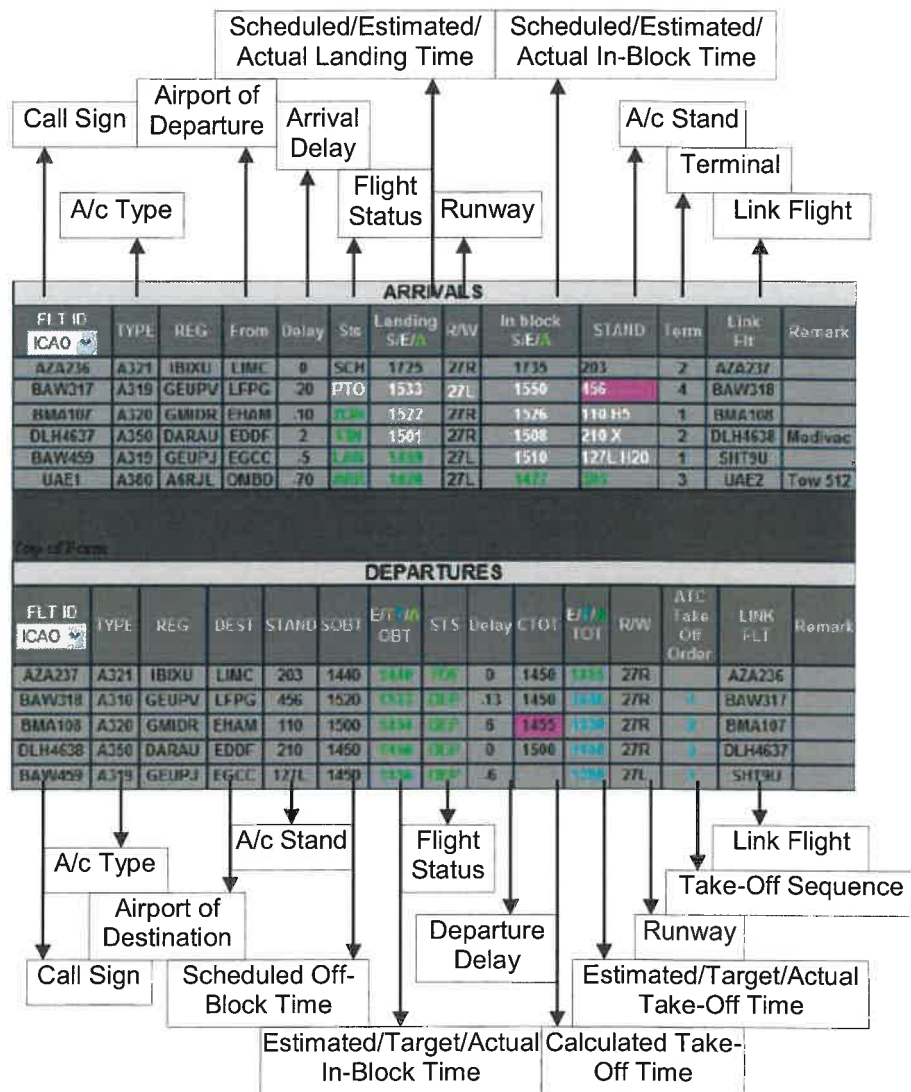
Κεφάλαιο 2 Μηχανισμός Κοινής Λήψης Αποφάσεων στα αεροδρόμια (ACDM)

Common data related to the aircraft	Data extracted from arriving flight information	Data extracted from departing flight information
■ Aircraft registration	■ Aircraft identification	■ Aircraft identification
■ Aircraft flight status	■ ADEP	■ ADES
■ Aircraft type	■ Inbound flight type	■ SID
■ Aircraft parking stand	■ Take off time from outstation	■ Outbound flight type
■ Boarding gate	■ EET	■ De-icing
■ Turn-round time	■ Landing time	■ Off-block time
■ Handling agent	■ Taxi-in time	■ Taxi-out time
■ TOBT	■ In-block time	■ Take off time

Aircraft related data elements of a CDM operation

Εικόνα 4 . Στοιχεία Δεδομένων ACISP (Source: Eurocontrol 2010b)

Κεφάλαιο 2 Μηχανισμός Κοινής Λήψης Αποφάσεων στα αεροδρόμια (ACDM)



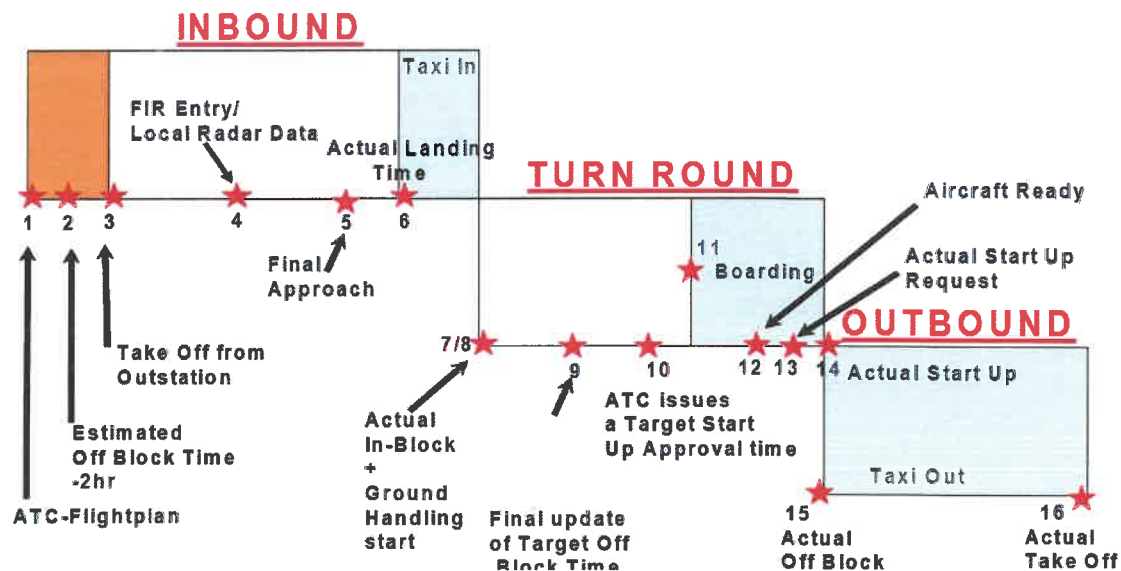
Εικόνα 5 . Χρήση του ACDM στο αεροδρόμιο Heathrow του Λονδίνου (Source : Eurocontrol 2010a)

▪ Παρακολούθηση της πτήσης σε πραγματικό χρόνο (Milestone Approach)

Η Παρακολούθηση της πτήσης σε πραγματικό χρόνο περιγράφει την πρόοδο μιας πτήσης από τον αρχικό σχεδιασμό μέχρι την απογείωση, ορίζοντας συγκεκριμένους στόχους-ορόσημα ώστε να επιτρέπει την προσεκτική παρακολούθηση σημαντικών γεγονότων, αλλά και διαδικασιών, ενεργειών και προειδοποιήσεων για κάθε ορόσημο κατά την διάρκεια των διαφορετικών φάσεων της πτήσης. Ο σκοπός είναι να επιτυγχάνεται κοινή αντίληψη καταστάσεων και να προβλέπονται τα προσεχή γεγονότα για κάθε πτήση με κρίσιμα σημεία : τον χρόνο έναρξης της επίγειας κίνησης του αεροσκάφους (off-block) και τον χρόνο απογείωσης (take-off). Η Προσέγγιση των Ορόσημων σε συνδυασμό με τον Διαμοιρασμό Στοιχείων, αποτελούν τα θεμέλια για όλα τα άλλα στοιχεία που αποτελούν το συνολικό σχέδιο.

Η διαδικασία του ACDM περιλαμβάνει την χρονική περίοδο από τον Estimated Off-Block Time (**EOBT**) – 2 ως 3 ώρες μέχρι την απογείωση, συνεπώς έχει ληφθεί υπόψη ολόκληρη η διαδικασία προετοιμασίας του αεροσκάφους για την επόμενη πτήση (turn-round process) με τα υπάρχοντα 16 βήματα της διαδικασίας («Ορόσημα», βλ. Εικόνα 6). Εστιάζει σε :

- Ένα σετ επιλεγμένων στόχων-οροσήμων παράλληλα με την εξέλιξη της πτήσης (άφιξη, προσγείωση, taxi-in, turn-round, taxi-out και αναχώρηση), όπου το στέλεχος το οποίο εμπλέκεται στην διαδικασία της πτήσης εναλλάσσεται.
- Απόδοση της χρονικής αποτελεσματικότητας, που μετριέται για κάθε στόχο-ορόσημο ή μεταξύ δύο οροσήμων.



Εικόνα 6 . ACDM Milestone Approach. (Source: Eurocontrol 2008)

Ειδικότερα, οι **στόχοι** είναι οι εξής :

- Καθορισμός σημαντικών γεγονότων με σκοπό να παρακολουθείται η πρόοδος των πτήσεων και η διανομή αυτών των γεγονότων ως Ορόσημα
- Καθορισμός ενημερώσεων πληροφοριών και των επακόλουθων τους : νέες παράμετροι, ροή ενημερώσεων για εκτιμήσεις, μηνύματα προειδοποίησης, ειδοποιήσεις κ.λπ.
- Καθορισμός ποιότητας στοιχείων σε σχέση με την ακρίβεια, επικαιρότητα, αξιοπιστία, σταθερότητα και προβλεπτικότητα με βάση ένα συνεχώς μετακινούμενο χρονικό παράθυρο
- Διασφάλιση σύνδεσης μεταξύ πτήσεων άφιξης και αναχώρησης
- Ικανότητα λήψης άμεσων αποφάσεων όταν παρουσιάζονται διαταραχές σε κάποιο γεγονός
- Βελτίωση ποιότητας των πληροφοριών.

- Ακριβής Χρόνος Τροchioδρόμησης (Variable Taxi Time)

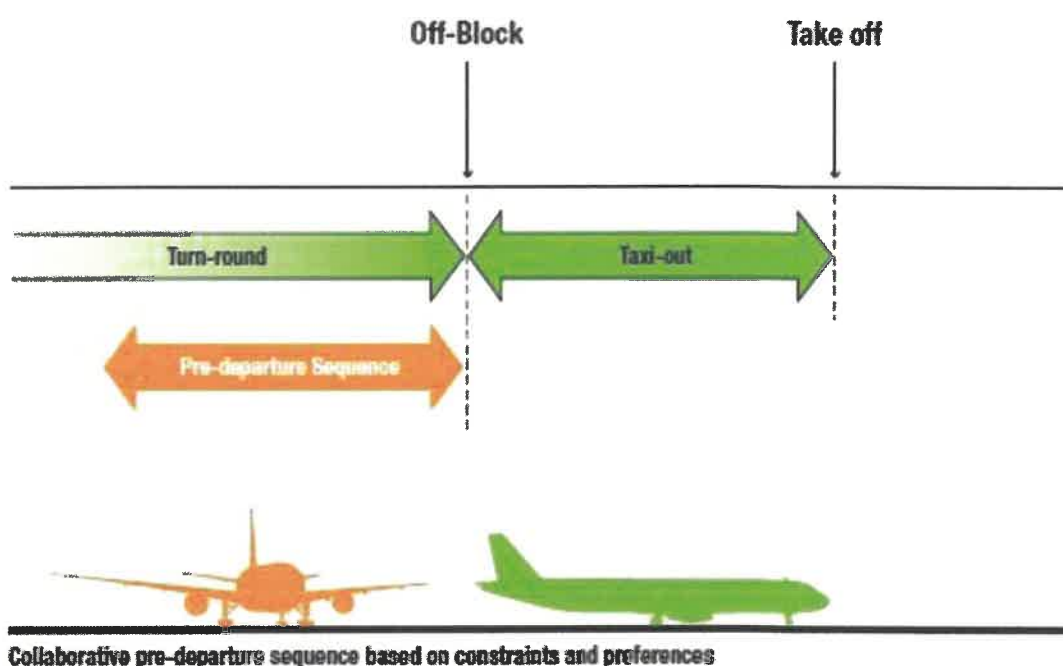
Ο Ακριβής Χρόνος Τροchioδρόμησης είναι η ακριβής εκτίμηση του χρόνου που κάνει ένα αεροσκάφος μέχρι να διανύσει την απόσταση από το δάπεδο στάθμευσης του μέχρι τον τροchioδόρομο και αντίστροφα. Ο όρος αυτός αποτελεί την γενική ονομασία παραμέτρων στους χρόνους τροchioδρόμησης τόσο των αφίξεων όσο και των αναχωρήσεων, που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των **TTOT** και **TSAT**. Ο inbound taxi time (EXIT) περιλαμβάνει τους χρόνους κατάληψης του τροchioδόρομου και κίνησης στο έδαφος, ενώ ο outbound taxi time (EXOT) περιλαμβάνει τους χρόνους push back (χρόνος όπου τα μηχανήματα σπρώχνουν το αεροσκάφος από το δάπεδο) και start-up (εκκίνησης των κινητήρων του αεροσκάφους), κίνησης στο έδαφος, απόψυξης των δαπέδων στάθμευσης (σταθερών και κινητών), και διάρκειας στάσης στα σημεία αναμονής για την απογείωση (runway holding).

Η αρχή του Variable Taxi Time συνίσταται στον υπολογισμό και την διανομή ακριβών εκτιμήσεων των χρόνων taxi-in and taxi-out στα στελέχη του ACDM ώστε να βελτιώσουν τις εκτιμήσεις για τους χρόνους in-block and take-off. Η πολυπλοκότητα των υπολογισμών μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τις ανάγκες και τους περιορισμούς των αεροδρομίων. Ο στόχος είναι να βελτιωθεί η πρόβλεψη της κίνησης.

- Ακολουθία Αναχώρησης (Pre-departure Sequencing)

Η Ακολουθία αναχώρησης είναι η σειρά με την οποία τα αεροσκάφη είναι σχεδιασμένο να αναχωρήσουν από τα δάπεδα στάθμευσης λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις των εταίρων του ACDM. Δεν θα πρέπει να συγχέεται με την σειρά απογείωσης, όπου το ATC οργανώνει τα αεροσκάφη στο σημείο αναμονής για απογείωση (holding point) ενός τροchioδόρομου. Στόχος είναι να αυξηθεί η ελαστικότητα και η ακρίβεια, να βελτιωθεί η τήρηση των χρονοπαραθύρων, η αποτελεσματικότητα της επίγειας εξυπηρέτησης και της διαχείρισης των stands, gates και terminals, ενώ επιτρέπει στα στελέχη του αεροδρομίου να εκφράσουν τις

προτιμήσεις τους και βελτιώνει την διαφάνεια. Η Ακολουθία προ-αναχώρησης μπορεί, επίσης, να προέρχεται από τον Μηχανισμό διαχείρισης των αναχωρήσεων (Departure Manager - **DMAN**), ο οποίος υπολογίζει τον **TTOT** και εξάγει τον **TSAT** από την ακολουθία του τροχιόδρομου σύμφωνα με την ζήτηση. Εφαρμογές σε πρωτότυπα αεροδρόμια έχουν δείξει ότι και οι δυο χρόνοι (TTOT και TSAT) είναι απαραίτητοι για την βελτίωση της αποτελεσματικότητας της λειτουργίας. Τα αεροδρόμια μπορούν να εγκαταστήσουν διαφορετικές λύσεις ώστε να πετύχουν ακολουθία προ-αναχώρησης, με βάση την τοπική ιδιομορφία της κίνησης και της συμφόρησης στο έδαφος. Η Εικόνα 7 αποτελεί ένα ενδεικτικό γράφημα της ακολουθίας αναχώρησης.



Εικόνα 7 . Ακολουθία αναχώρησης βασισμένη σε προτιμήσεις και περιορισμούς

- Δυσμενείς Συνθήκες (Adverse Conditions)

Το στοιχείο των Δυσμενών Συνθηκών αποτελείται από την διαχείριση συνεργασίας της χωρητικότητας του αεροδρομίου κατά την διάρκεια περιόδων μιας προβλεπόμενης ή απρόβλεπτης μείωσης της

χωρητικότητας. Στόχος είναι να επιτευχθεί κοινή ενημέρωση καταστάσεων για τα στελέχη του ACDM όταν αναμένεται διακοπή των εργασιών, αλλά και ταχύτατη ανάκαμψη μετά την διακοπή. Το ACDM των Δυσμενών Συνθηκών θα βοηθήσει στην καλύτερη πρόληψη δυσμενών συνθηκών και την επικείμενη αλλαγή που αυτές επιφέρουν στην χωρητικότητα, θα κρατήσει την λειτουργία του αεροδρομίου όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική μέσα από την άμεση λήψη αποφάσεων, την ελαστικότητα και την προσαρμοστικότητα, και ,τέλος, θα χρησιμοποιεί την διαθέσιμη χωρητικότητα και θα επιστρέφει στην φυσιολογική λειτουργία στο συντομότερο χρονικό διάστημα. Αυτό το στοιχείο διασφαλίζει, επίσης, ότι αποπάγωμα σε σταθερό ή κινητό δάπεδο στάθμευσης, θα αποτελεί μέρος της συνολικής διαδικασίας της διαχείρισης μιας πτήσης. Ο χρόνος που απαιτείται γίνεται φανερός στα στελέχη του ACDM και μπορεί να συνυπολογιστεί στους ποικίλους στοχευμένους χρόνους (target times).

- Συνεργατική Διαχείριση των Ενημερώσεων Πτήσεων (Collaborative Management of Flight Updates)

Το στοιχείο της Συνεργατικής Διαχείρισης των Ενημερώσεων των Πτήσεων αποτελείται από ανταλλασσόμενα μηνύματα Ενημέρωσης Στοιχείων Πτήσεων (Flight Update Messages - **FUM**) και Πληροφοριών Προγράμματος Αναχωρήσεων (Departure Planning Information - **DPI**) μεταξύ του CFMU και των CDM αεροδρομίων, τα οποία αποσκοπούν στην παροχή εκτιμήσεων για τις πτήσεις αφίξεων σε αυτά και στην βελτίωση της διαδικασίας διαχείρισης των ATFM χρονοπαραθύρων για τις πτήσεις αναχωρήσεων. Στόχος είναι να βελτιωθεί ο συντονισμός μεταξύ της Διαχείρισης της Χωρητικότητας και της Ροής Εναέριας Κυκλοφορίας (ATFCM) και της Διαχείρισης Λειτουργίας Αεροδρομίου (airport operations) σε ένα CDM αεροδρόμιο.

Ο Target Off-Block Time (**TOBT**) αντιπροσωπεύει τον χρόνο που εκτιμά μια αεροπορική εταιρία ή οι εταιρίες επίγειας εξυπηρέτησης ότι ένα αεροσκάφος θα είναι έτοιμο, όλες οι πόρτες κλειστές, η γέφυρα επιβίβασης θα έχει μετακινηθεί, το όχημα για push-back είναι διαθέσιμο, το αεροσκάφος έτοιμο να εκκινήσει αμέσως μόλις λάβει την άδεια από τον

Πύργο Ελέγχου. Εκδίδεται από την αεροπορική εταιρία ή τις εταιρίες επίγειας εξυπηρέτησης και μπορεί να θεωρηθεί ως μια μορφή συμφωνίας για τον χρόνο ετοιμότητας που έχουν ως στόχο όλα τα εμπλεκόμενα μέλη. Αποτελεί ένα πολύ σημαντικό στοιχείο του DMAN.

Ο Target Start Up Approval Time (**TSAT**), από την άλλη, αποτελεί ευθύνη του ATC και πληροφορεί το πλήρωμα του αεροσκάφους και τα άλλα στελέχη σχετικά με την στιγμή που το αεροσκάφος αναμένεται να λάβει έγκριση για εκκίνηση των κινητήρων και push back, το οποίο τους βοηθά να διαχειριστούν καλύτερα την turn-round διαδικασία. Λαμβάνει υπόψη του τον TOBT, αλλά και το καταχωρημένο ATFM χρονοπαράθυρο και την κατάσταση της κίνησης.

Από τα διαθέσιμα στοιχεία του ACDM, ο Διαμοιρασμός Πληροφοριών (Information Sharing) είναι πολύ ουσιώδης καθώς καθιστά ικανό τον διαμοιρασμό πληροφοριών και επιτρέπει την κοινή ενημέρωση καταστάσεων. Επιπρόσθετα, ενδεχομένως παράγει κέρδη μέσω καλύτερης πρόβλεψης και αποτελεσματικότητας στην χρήση των πόρων. Μετά την δημιουργία αυτής της πλατφόρμας πληροφοριών, η κύρια προτεραιότητα είναι η εγκατάσταση του TOBT ώστε να βελτιωθεί η προβλεπτικότητα κατά την διάρκεια της διαδικασίας turn-round των αεροσκαφών. Αυτά τα δύο αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την εγκατάσταση και των υπόλοιπων στοιχείων του ACDM. Με τον Ακριβή Χρόνο Τροχιοδρόμησης εγκατεστημένο, ο σύνδεσμος μεταξύ του off-block time και του take-off time γίνεται ξεκάθαρος για όλα τα στελέχη του ACDM και το CFMU, και μια κατάλληλη πρόβλεψη μπορεί να διαβιβαστεί μέσω της λειτουργίας του δικτύου που εκπροσωπείται από το CFMU. Με την λειτουργία της Ακολουθίας αναχώρησης μπορεί να υπολογιστεί ο TSAT, παρέχοντας μια ακολουθία off-block. Με τα παραπάνω 4 στοιχεία εγκατεστημένα, το τελευταίο βήμα είναι η εγκατάσταση του ACDM σε Δυσμενείς Συνθήκες. Η Χρησιμοποίηση της Ακολουθίας αναχώρησης για την κατάσταση αυτή, όπου δημιουργούνται πολλά εμπόδια, καθιστά ικανό τον Έλεγχο της Εναέριας Κυκλοφορίας (ATC) να κρατήσει την χωρητικότητα κίνησης στον μέγιστο βαθμό εκμετάλλευσης. Με όλα τα τοπικά στοιχεία του ACDM επιτυχώς εγκατεστημένα, το αεροδρόμιο είναι έτοιμο να συνδεθεί με το CFMU για Συνεργατική Διαχείριση των Ενημερώσεων των Πτήσεων με ανταλλαγή μηνυμάτων FUM και DPI.

Ο Μηχανισμός Διαχείρισης Αναχωρήσεων (Departure Manager – **DMAN**) είναι ένα σύστημα προγραμματισμού που βελτιώνει την ροή των αναχωρήσεων σε ένα αεροδρόμιο υπολογίζοντας τον TTOT τον TSAT για κάθε πτήση, λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλούς περιορισμούς και προτιμήσεις. Για την ακολουθία του τροχιόδρομου, το πλάνο του DMAN σε συνδυασμό με την εγκατάσταση του **AMAN** (Arrival Manager) και του **A-SMGCS** (Σύστημα Ελέγχου και Διοχέτευσης της Επίγειας Κυκλοφορίας), μπορεί να θεωρηθεί ως το κλειδί στην βελτιστοποίηση του προγραμματισμού του δικτύου από το CFMU. Για κάθε αεροδρόμιο, μπορεί να αποφασιστεί τοπικά ποιο μέρος των πόρων θα επιλεγεί για να βελτιστοποιηθεί : τα δάπεδα στάθμευσης, οι πύλες, οι τροχιόδρομοι ή οι τροχιόδρομοι. Συχνά απαιτείται μια ακολουθία Off-Block για να ρυθμιστούν οι ροές κίνησης σε μεγάλα αεροδρόμια, με πολύπλοκα aprons, τροχιόδρομους ή εμπόδια στους τροχιόδρομους ή στα δάπεδα στάθμευσης. Με την λειτουργία ακολουθίας μπορεί να υπολογιστεί ο TSAT, άρα και ο TTOT στον τροχιόδρομο. Η πρόβλεψη της ακολουθίας αυτοματοποιεί την διαδικασία και παρέχει ξεκάθαρους αυτούς τους χρόνους σε όλα τα στελέχη του ACDM. Στην Εικόνα 8 παρουσιάζεται γραφικά η χρήση των AMAN και DMAN στην τοπική και περιφερειακή διαχείριση του ACDM.



Εικόνα 8 . Τοπικό και Περιφερειακό ACDM

Το CMFU (Collaborative Management of Flight Updates) είναι η συνεισφορά του ACDM στο ATFCM. Τοποθετεί το ACDM στον πυρήνα της διαδικασίας διαχείρισης της ροής και της χωρητικότητας. Αυτή η αναβαθμισμένη συνεργασία με την διαδικασία διανομής χρονοπαραθύρων του CFMU θα βελτιώσουν περαιτέρω την ελαστικότητα της λειτουργίας των αεροσκαφών και του αεροδρομίου. Θα διευκολύνει, επίσης, την διαχείριση στις Δυσμενείς Συνθήκες. Η ανταλλαγή δυναμικών πληροφοριών του ACDM μεταξύ του CFMU και του αεροδρομίου πραγματοποιείται από :

- Αποστολή DPls από το εμπλεκόμενο αεροδρόμιο στο CFMU. Αυτά τα μηνύματα περιέχουν τις νεότερες ενημερωμένες πληροφορίες όπως για τον τύπο αεροσκάφους, τους χρόνους τροchioδρόμησης, εκτιμήσεις ή στοχευμένους χρόνους για έξοδο από το δάπεδο στάθμευσης, και απογείώσεις μιας συγκεκριμένης πτήσης.
- Αποστολή FUMs από το CFMU στα εμπλεκόμενα αεροδρόμια, παρέχοντας στην πλατφόρμα του ACDM στοιχεία με την κατάσταση μιας πτήσης (flight status) και εκτιμήσεις των χρόνων προσγείωσης πτήσεων.

Αυτά τα μηνύματα κρατούν ενημερωμένο το CFMU σχετικά με την πρόοδο των πτήσεων και το καθιστούν ικανό, αν είναι απαραίτητο, να ενημερώνει τον Υπολογισμένο Χρόνο Απογείωσης (Calculated Take-Off Time - **CTOT**) και να στέλνει ένα FUM στον επόμενο προορισμό-αεροδρόμιο. Αυτό βοηθά να βελτιωθεί εξολοκλήρου η προβλεπτικότητα και να επεκταθούν τα τοπικά κέρδη που αποκομίζονται από το ACDM σε όλο το δίκτυο του ATM, καθώς πιο αξιόπιστες προβλέψεις χρόνων απογείωσης θα επιτρέψουν την αποτελεσματική χρήση των υπάρχοντων χρονοπαραθύρων, και να υποστηριχθεί ο υπολογισμός πιο εφικτών χρονοπαραθύρων. Μια καλύτερη εικόνα της ζήτησης επιτρέπει στους προγραμματιστές να λαμβάνουν κατάλληλα μέτρα (π.χ. επανασχεδιασμός διαδρομής πτήσης ή καθ' ύψος περιορισμός πτήσης) με το ενδεχόμενο να χρησιμοποιηθεί καλύτερα η διαθέσιμη χωρητικότητα και να παρέχουν περισσότερη ελευθερία επιλογών στις αεροπορικές εταιρίες. Επωφελούνται, επίσης, και τα αεροδρόμια καθώς όταν βελτιώνεται η προβλεπτικότητα των αφίξεων, οι πόροι του αεροδρομίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικότερα. Γενικότερα, τα μηνύματα DPl και FUM βοηθούν να :

- Βελτιωθεί η ακρίβεια του υπολογισμού της ζήτησης (καλύτερη χρήση της χωρητικότητας του ATC)
- Μειωθεί ο εργασιακός φόρτος των ελεγκτών εναέριας κυκλοφορίας (θετική συνέπεια για την ασφάλεια)
- Μειωθούν τα χαμένα ATFM χρονοπαράθυρα

- Βελτιωθεί η προβλεπτικότητα των αναχωρήσεων για το CFMU
- Βελτιωθεί η προβλεπτικότητα των αφίξεων για το ATC, την επίγεια εξυπηρέτηση και την Διαχείριση του αεροδρομίου
- Χρησιμοποιούνται αποτελεσματικότερα οι πόροι του αεροδρομίου.

Ένα πολύ πραγματικό και πρακτικό όφελος της ολοκλήρωσης της διαδικασίας του ACDM και της δικτύωσης με το CFMU αποτελεί το γεγονός ότι τα εμπλεκόμενα αεροδρόμια θα έχουν περισσότερα χρονοπαράθυρα προσαρμοσμένα καλύτερα στις ανάγκες των αεροπορικών εταιριών. Αν περισσότερα αεροδρόμια παρείχαν στο CFMU ακριβείς χρόνους ΤΤΟΤ μέσω ενός αυτοματοποιημένου μηνύματος DPI, το CFMU θα είχε δυναμική κατανομή των τομέων στον εναέριο χώρο, το οποίο θα κατέληγε σε αναβαθμισμένη διαχείριση του Ευρωπαϊκού εναέριου χώρου.

Τα **οφέλη από την εφαρμογή του ACDM** δεν περιορίζονται μόνο στο εμπλεκόμενο αεροδρόμιο. Είναι κοινά αποδεκτό σήμερα, ότι με περισσότερα αεροδρόμια να εγκαθιστούν το ACDM, τα τοπικά κέρδη εξαπλώνονται σε ολόκληρο το δίκτυο ATM (μειωμένη συμφόρηση και υψηλότερη ποιότητα εξυπηρέτησης), αυξάνοντας περαιτέρω την θετική επίδραση αυτού του τρόπου εργασίας. Όλα τα στελέχη του ACDM θα αποκτήσουν οφέλη :

- Για την Διαχείριση Αεροδρομίου, ο αποτελεσματικότερος προγραμματισμός και χρήση των δαπέδων στάθμευσης, πυλών και τερματικών σταθμών επιβατών, θα αυξήσει την χωρητικότητα. Πιο σταθερή ροή κυκλοφορίας και μειωμένοι χρόνοι τροchioδρόμησης θα οδηγήσουν σε λιγότερες ουρές στον τροchioδόδρομο ή συμφόρηση στο άρπον ή στους τροchioδρόμους και αυξημένη ακρίβεια σε αναχωρήσεις και αφίξεις. Επίσης, θα μειωθούν οι περιβαλλοντικές συνέπειες των λειτουργιών αεροδρομίου (όπως ο θόρυβος και οι εκπομπές ρύπων)
- Ο Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας (ATC) θα ωφεληθεί από τον βελτιωμένο προγραμματισμό των τροchioδρόμων και της χωρητικότητας.

Με περισσότερο ακριβείς προβλέψεις των χρόνων απογείωσης, το CFMU δύναται να υπολογίσει ακριβέστερα την ζήτηση του δικτύου, να βελτιστοποιήσει την χρήση της χωρητικότητας ντου εναέριου χώρου και να πετύχει καλύτερη υποστήριξη των προγραμματισμένων χρονοπαραθύρων. Αυτή η αναβαθμισμένη διαχείριση ροής και χωρητικότητας θα οδηγήσει σε καλύτερη συμμόρφωση των ATFM χρονοπαραθύρων και μειωμένο αριθμό χαμένων χρονοπαραθύρων, βελτιστοποιημένη χρήση των υποδομών εξυπηρέτησης των αεροσκαφών στο αεροδρόμιο, μειωμένη συμφόρηση στο έδαφος και καλύτερη ακολουθία προ-αναχώρησης. Ο φόρτος εργασίας και η πιθανότητα λανθασμένων ενεργειών των ελεγκτών εναέριας κυκλοφορίας (ATC) θα ελαττωθεί και με αυτό τον τρόπο θα αυξηθεί η ποιότητα εξυπηρέτησης. Όσο περισσότερα αεροδρόμια λειτουργούν με ACDM, τόσο θα ωφελείται όλο το δίκτυο λόγω των συνεπειών που επιφέρει αυτή η δικτυακή λειτουργία.

- Η επίγεια εξυπηρέτηση θα ωφεληθεί από τους πιο ακριβείς χρόνους άφιξης, που επιτρέπουν ακριβέστερο σχεδιασμό με πιο αποτελεσματική χρήση των διαθέσιμων πόρων και βελτιωμένη πρόβλεψη των διαδικασιών turn-round.
- Οι αεροπορικές εταιρίες θα έχουν αυξημένη ενημερότητα για την κατάσταση και την θέση του αεροσκάφους, θα μπορούν να υποστηρίξουν καλύτερα το πρόγραμμα και να μειώσουν αποτελεσματικά τις καθυστερήσεις. Μαζί με την ακολουθία πληροφοριών και τους καλύτερους χρόνους άφιξης, τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν πιο ακριβείς προβλέψεις και διαμορφώσεις για τον στόλο αεροσκαφών (αυξημένη χωρητικότητα με τον ίδιο στόλο), μειωμένοι χρόνοι τροχιοδρόμησης, μικρότεροι χρόνοι κράτησης πριν την πρόσβαση στον τροχιόδρομο και καμία αναμονή μπροστά στην κατειλημμένη πύλη. Θα μειωθεί η χρήση των καυσίμων που δημιουργούσαν οι ουρές στα όρια αναμονής των αεροσκαφών (holding points), το οποίο έχει οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Η επάνοδος μετά τις διακοπές θα είναι γρηγορότερη.

2.3.3) Αποτελέσματα μερικής εφαρμογής

Στο Μόναχο, αποτιμήσεις των Εκτιμώμενων Χρόνων Απογείωσης (Estimated Take-Off Times) που βασίζονται αποκλειστικά σε αυτά τα σχέδια πτήσης που ενημερώνονται με μηνύματα καθυστερήσεων, έχουν δείξει ότι μόνο ένα 40-50% αυτών των χρόνων εμπίπτουν σε ένα παράθυρο ανοχής ± 5 λεπτών, ενώ η χρησιμοποίηση του **TOBT** του μηνύματος DPI αύξησε την ακρίβεια από το 58% στο 80% όταν το DPI βασίζεται στην ακολουθία προ-αναχώρησης. Αν όλα τα αεροδρόμια πετύχαιναν ένα παρόμοιο επίπεδο πρόβλεψης και προσκόλλησης στους κανονισμούς όπως αυτό που πέτυχε το Μόναχο, το CFMU θα μπορούσε να εστιάσει στο 3-5% των πτήσεων που έχουν προβλήματα. Σύμφωνα με μια πρόσφατη μελέτη του Eurocontrol η οποία αποτίμησε τα δικτυακά οφέλη του ACDM, αυτή η στοχευμένη ενέργεια του CFMU θα σήμαινε ότι ο εναέριος χώρος θα μπορούσε να διαχειριστεί πολύ πιο αποτελεσματικά και η ωριαία χωρητικότητα θα αυξανόταν κατά μέσο όρο 1-2 αεροσκάφη στους τομείς εναέριας κίνησης. Όταν το CFMU συνδέσει το αεροδρόμιο με το δίκτυο μέσω του ACDM, θα μπορεί να επιτευχθεί επέκταση και διαπραγμάτευση των χρονοπαραθύρων με μεγαλύτερη επιτυχία.

Με την χρήση του ACDM οι αεροπορικές εταιρίες μπορούν να μειώσουν τα προγράμματα πτήσης, να μεγιστοποιήσουν την χρήση του στόλου τους και ενδεχομένως να αυξήσουν τον αριθμό των βαρδιών. Μία εισαγωγή ενός ενημερωμένου TOBT μπορεί να κάνει την διαφορά. Όχι μόνο για αυτή την πτήση, αλλά και για την επόμενη που είναι έτοιμη να παρκάρει στο ίδιο (κατειλημμένο) δάπεδο στάθμευσης. Τα Ghost flight plans (προγράμματα πτήσεων τα οποία η εταιρία δεν πραγματοποιεί τελικά) θα είναι πολύ διαφανή σε ένα αρχικό στάδιο. Αυτό θα επιτρέψει να υπάρχει επαρκής χρόνος να επιλυθούν οι διαφωνίες και να καταλήξουν σε πιο ακριβείς και πραγματικές κατανομές των τομέων του εναέριου χώρου και ενδεχομένως σε λιγότερους περιορισμούς. Η διανομή των slots θα είναι πολύ διαφανής. Η προειδοποιητική διαδικασία στο ACDM Milestone Approach δίνει στις αεροπορικές εταιρίες και τις αρχές του αεροδρομίου χρόνο να λύσουν τις διαφορές τους.

Η εμπειρία του ACDM στα αρχικά αεροδρόμια έχει δείξει σημαντικές βελτιώσεις στην πρόβλεψη της διαδικασίας turn-round, αναβαθμισμένη υποστήριξη των ATFM χρονοπαραθύρων, και μια συνολική θετική επίδραση στις καθυστερήσεις. **Το ACDM έχει εγκατασταθεί πλήρως στο αεροδρόμιο του Μονάχου** από τον Ιούνιο του 2007. Κάποια συγκεκριμένα οφέλη από την εγκατάσταση στο συγκεκριμένο αεροδρόμιο συνοψίζονται ακολούθως :

- Αναβαθμισμένη λειτουργική αποτελεσματικότητα με βελτιωμένη χρήση των πόρων
- Μείωση των προκαλούμενων καθυστερήσεων, ελάττωση της καθυστέρησης του ATFM και βελτιωμένη υποστήριξη των χρονοπαραθύρων του ATFM (85%)
- Μείωση κατά μέσο όρο 10% του χρόνου τροchioδρόμησης για τις αναχωρήσεις και 2,65 εκατ. € από την εξοικονόμηση καυσίμων. Η Lufthansa έχει καταφέρει μείωση 10% στα taxi καύσιμα στο Μόναχο, και 2-3 λεπτά ανά αναχώρηση – όλα λόγω του CDM.
- Βελτιωμένη ανταπόκριση στους τοπικούς και στους ATFM περιορισμούς.

Επιπλέον, το ACDM έχει εγκατασταθεί **μόνο τοπικά στα αεροδρόμια των Βρυξελλών και της Ζυρίχης**, με τα ακόλουθα δηλωμένα οφέλη :

- Μικρότερη απώλεια χωρητικότητας λόγω καλύτερου προγραμματισμού των τροchioδρόμων και της χωρητικότητας
- Αναβαθμισμένη χρήση των δαπέδων στάθμευσης και των πυλών και βελτιωμένες διαδικασίες επίγειας εξυπηρέτησης
- Αναβαθμισμένος έλεγχος και υποστήριξη των χρονοπαραθύρων στο αεροδρόμιο και βελτιωμένη τακτικότητα
- Καλύτερη ενημέρωση και χρήση των πόρων εξαιτίας του καλύτερου χρόνου άφιξης και της ακολουθίας πληροφοριών

- Μείωση στον χρόνο τροchioδρόμησης (TT) και στην οικονομία καυσίμων (FS) (Αεροδρόμιο Βρυξελλών : $\Delta(TT) = -3 \text{ min}$, $\Delta(FS) = -5400 \text{ ton}$, -17022 ton CO_2 , -22 tons NO_x)
- Μειωμένες ουρές λόγω σταθερότερης ροής της κίνησης και μειωμένων χρόνων τροchioδρόμησης.
- Αναβαθμισμένη επικοινωνία και ενημέρωση καταστάσεων.

2.3.4) Προβλέψεις για το δίκτυο των Ευρωπαϊκών αερολιμένων

Το Eurocontrol συνέταξε μια αναλυτική μελέτη για να εκτιμήσει την **επίδραση του ACDM στο Ευρωπαϊκό δίκτυο, αν ήταν 42 τα αεροδρόμια που θα εγκαθιστούσαν το ACDM**, υποθέτοντας το ίδιο επίπεδο ωφελειών που έχει πετύχει το αεροδρόμιο του Μονάχου, και παρείχαν στο CFMU ακριβείς χρόνους TTOT μέσω μηνυμάτων DPI. Η μελέτη κατέληξε ότι, ακολουθούμενης μιας ευρύτερης εγκατάστασης του ACDM, τα **οφέλη** θα είναι :

- Αύξηση της χωρητικότητας των εναέριων τομέων στην κεντρική περιοχή (Belgium, Germany, Maastricht, United Kingdom, Holland, Luxemburg, Spain, France, Italy, Austria, Swiss) μέχρι 4% (1-2 αεροσκάφη ανά τομέα)
- Μείωση καθυστερήσεων στην εναέρια κίνηση 33-50%.
- Κάποιοι τομείς, που αναμένεται να κορεστούν, στην πραγματικότητα δεν υπόκεινται κορεσμό.

- Αν τηρούνται οι δηλωμένες χωρητικότητες, κάποιοι περιορισμοί είναι πιθανό να μην χρειάζονται.
- Τα οφέλη του δικτύου θα αρχίσουν να γίνονται σημαντικά από την στιγμή που θα έχει εγκατασταθεί το ACDM στα 16 μεγαλύτερα αεροδρόμια, και θα συνεχίσει να αυξάνεται μέχρι ο αριθμός των αεροδρομίων να γίνει 100. Η εγκατάσταση του σε περισσότερα από 100 αεροδρόμια θα παρέχει μόνο οριακά κέρδη.
- Τα ενδεχόμενα κέρδη σε ότι αφορά τις καθυστερήσεις του ATFM, αν 42 αεροδρόμια εγκαταστήσουν το ACDM έχει εκτιμηθεί μια μείωση των λεπτών καθυστέρησης μεταξύ 18% και 23% σύμφωνα με τις σημερινές συνθήκες. Θα μειωθούν με την υποβάθμιση της κατανομής των περιορισμών χωρητικότητας αλλά και με την μείωση των λεπτών καθυστέρησης για τις απαιτούμενες ρυθμίσεις.
- Το ACDM είναι ένα ισχυρό εργαλείο μείωσης των καθυστερήσεων στην Ευρώπη, το οποίο θα συνεισφέρει μαζί με άλλες πρωτοβουλίες να πετύχει τον προκλητικό σκοπό του SESAR για μείωση των καθυστερήσεων.

2.4) Σύγκριση

Όπως και στην περίπτωση του προγράμματος CDM που εγκαταστάθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες, καλύτερη συνεργασία και ανταλλαγή πληροφοριών μέσα από ένα σωστά σχεδιασμένο ACDM στον Ευρωπαϊκό χώρο, που θα συνδέει τα κύρια ευρωπαϊκά αεροδρόμια μεταξύ τους και με το CFMU (Eurocontrol), είναι τα κλειδιά στην προσπάθεια να μετριαστεί η συμφόρηση των αεροδρομίων και τα προβλήματα καθυστερήσεων. Τα αναμενόμενα οφέλη από την εγκατάσταση του ACDM μπορούν να επεκταθούν από το τοπικό περιβάλλον του αεροδρομίου ως το επίπεδο ολόκληρου του δικτύου, με ιδιαίτερη έμφαση στην κεντρική περιοχή της Ευρώπης, υπό τον όρο ότι ένας μεγάλος αριθμός αεροδρομίων θα πετύχουν το ίδιο επίπεδο εγκατάστασης του ACDM και θα παρέχουν στοιχεία στο CFMU με την ίδια ακρίβεια.

Σε αντίθεση με το παράδειγμα των Ηνωμένων Πολιτειών, όπου πολλές διαδικασίες του CDM είναι συστηματικά συντονισμένες με προγράμματα (βλέπε GDP με RBS, Compression κ.λπ.) λόγω της μεγαλύτερης σε διάρκεια φάσης προγραμματισμού και εγκατάστασης, έχουν ιδρυθεί διαφορετικοί περιορισμοί στην διαχείριση της χωρητικότητας του εναέριου χώρου (όπως ο συντονισμός των χρονοπαραθύρων αεροδρομίου της IATA μόνο στην Ευρώπη) και η εστίαση παραμένει περισσότερο στα οφέλη κατά την εναέρια κίνηση, το αεροδρόμιο στηρίζεται στον πυρήνα της ευρωπαϊκής μορφής του ACDM (που βρίσκεται ακόμη σε φάση σχεδιασμού), το οποίο εστιάζει στην εγκατάσταση εκτεταμένων και καλύτερων καναλιών επικοινωνίας, πρώτον μεταξύ των στελεχών του αεροδρομίου και δεύτερον μεταξύ αυτών και του CFMU, επηρεάζοντας, επίσης, όλο το δίκτυο των ευρωπαϊκών αεροδρομίων και του εναέριου χώρου. Παρ' όλα αυτά, και τα δύο εργαλεία βασίζονται στην αποτελεσματική συνεργασία και τον διαμοιρασμό πληροφοριών με σκοπό να ξεπεραστούν κοινά προβλήματα που δημιουργούνται στα αεροδρόμια, όπως συμφόρηση και καθυστερήσεις.

Παρ' ότι το σχέδιο συνεργασίας μεταξύ των εμπλεκόμενων μελών είναι το ίδιο στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη, το περιβάλλον και τα ζητήματα που την δημιούργησαν είναι διαφορετικά. Αρχικά, το CDM παρουσιάστηκε επιτυχώς στις ΗΠΑ ώστε να αντιμετωπιστούν οι μεγάλες μειώσεις χωρητικότητας εξαιτίας, κυρίως, των δυσμενών καιρικών συνθηκών, τόσο στο αεροδρόμιο αλλά και στον εναέριο χώρο. Από την άλλη μεριά, στην Ευρώπη, το ACDM αρχικά εστίασε στην αύξηση της προβλεπτικότητας των λειτουργιών του αεροδρομίου ώστε να αποφευχθεί να γίνει το αεροδρόμιο το περιοριστικό σημείο στην συνολική λειτουργία του συστήματος ATM.

Κεφάλαιο 3 . Προετοιμασία σε Ελληνικούς αερολιμένες³

3.1) Αεροδρόμιο Αθηνών «Ελ. Βενιζέλος»

Το ACDM έχει εφαρμοστεί μερικώς στην Αθήνα από το 2004 και τους Ολυμπιακούς Αγώνες, και εξετάζεται από το Eurocontrol η εφαρμογή του στα αεροδρόμια του Ηρακλείου (πρωτίστως) και της Ρόδου.

Ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών «Ελ. Βενιζέλος» (Athens International Airport – AIA) εισήγαγε το CDM συμμετέχοντας στην γενικότερη Ευρωπαϊκή πρωτοβουλία για το πρόγραμμα. Ο κυριότερος σκοπός του σχεδίου είναι να αυξηθεί η προβλεπτικότητα των λειτουργιών στο αεροδρόμιο μέσα από την βελτίωση της εικόνας της κίνησης σε πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε να διαχειριστούν επιτυχώς οι αυξημένες κινήσεις αεροσκαφών στο αεροδρόμιο κατά την διάρκεια των Ολυμπιακών Αγώνων του 2004.

Για τον λόγο αυτό αναπτύχθηκε από την AIA S.A. ένα εργαλείο επιθεώρησης της κίνησης (Traffic Monitoring Tool - **TMTTool**) σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Eurocontrol, χρησιμοποιώντας το αρχικά κατά την διάρκεια των Αγώνων. Το TMTTool στοχεύει στην δημιουργία μιας κοινής αντίληψης των καταστάσεων από όλα τα μέλη που εμπλέκονται στο αεροδρόμιο. Επίσης, επιθεωρεί την turn-round διαδικασία με μία απλοποιημένη Προσέγγιση Οροσήμων (Milestones Approach). Κατά την διάρκεια της εξαιρετικά φορτωμένης περιόδου του καλοκαιριού του 2004 (1^η Αυγούστου – 15^η Σεπτεμβρίου), καταγράφηκαν όλα τα στοιχεία που συλλέγονταν και απεικονίζονταν από το TMTTool, συμπεριλαμβανομένων των προειδοποιήσεων που εγείρονταν από το TMT και των χρόνων απόκρισης σε αυτές.

Το Eurocontrol ζήτησε λεπτομερή ανάλυση αυτών των στοιχείων και την αξιολόγηση των προειδοποιήσεων. Μία τέτοια λεπτομερής ανάλυση, ειδικά του χρόνου των προειδοποιήσεων, θα παρέχει ακλόνητα στοιχεία ώστε να αποδειχτεί

³ Πηγές : [8],[12]

πως το ACDM μπορεί να είναι ο καταλύτης της επίτευξης των κερδών από την καλύτερη πρόβλεψη των γεγονότων.

Η ανάλυση αυτή γίνεται σε δύο βήματα :

1. Ανάλυση των τοπικών στοιχείων (Local Data), ούτως ώστε να εξεταστεί αν το TMTool έχει δώσει πρώιμη ένδειξη-προειδοποίηση (και αν ναι, πόσο πρώιμη) για καθυστερημένες πτήσεις
2. Σύγκριση των τοπικών στοιχείων με τα στοιχεία του CFMU, για να συλλεχθούν αποδεικτικά στοιχεία των ωφελειών τοπικά αλλά και συνολικά για το δίκτυο.

Το TMTool είναι ικανό να αποστέλλει αυτόματα πληροφορίες για μια πτήση στους προκαθορισμένους παραλήπτες, με τους ακόλουθους τύπους μηνυμάτων να είναι διαθέσιμοι :

- Προειδοποιήσεις : Minimum Ground και Minimum Boarding περίοδοι που είναι πιθανό να δημιουργήσουν καθυστερήσεις.
- Ανακοινώσεις : Γεγονότα που σχετίζονται με την λειτουργία (προσγείωση, αναχώρηση κ.λπ.) και ειδοποιήσεις για την τρέχουσα κατάσταση.

Τα σημαντικότερα **οφέλη** από την εφαρμογή του TMTool είναι τα ακόλουθα :

- Βελτιστοποίηση της κοινής αντίληψης των καταστάσεων καθώς μια κοινή «εικόνα» διαμοιράζεται σε όλα τα εμπλεκόμενα μέλη, με αποτέλεσμα τις έγκαιρες αποφάσεις και τον μειωμένο φόρτο εργασίας και απασχόλησης.
- Βελτίωση της προβλεπτικότητας και υποβοήθηση της λειτουργίας του αεροδρομίου αλλά και της επίγειας εξυπηρέτησης ώστε να δημιουργήσει μια ρεαλιστική «εικόνα», με στόχο να γίνει αποτελεσματικότερη η διαχείριση του εργατικού δυναμικού και του διαθέσιμου εξοπλισμού.
- Πρόσβαση των AOCs παγκοσμίως μέσω των μηνυμάτων του CDM που παρέχουν μια καθαρότερη εικόνα της κατάστασης που επικρατεί στο αεροδρόμιο.
- Περισσότερη ακρίβεια μέσα από έγκαιρες και ακριβείς πληροφορίες.

- ο Βελτιωμένη ATFM και τήρηση των χρονοπαραθύρων από το αεροδρόμιο.

Το TMTool είναι ουσιαστικά μια εφαρμογή βασισμένη στο διαδίκτυο, η οποία είναι άμεσα προσβάσιμη από τις αεροπορικές εταιρίες και την Επίγεια Εξυπηρέτηση. Παρέχει σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέλη μία κοινή πλατφόρμα, χωρίς να εκθέτει τα συστήματα που χρησιμοποιεί ο καθένας ανεξάρτητα.

Παρέχει τα εξής :

- Μια εικόνα της κίνησης στο αεροδρόμιο βασισμένη στον αριθμό καταχώρησης της πτήσης (αντίληψη της κίνησης από την πλευρά του αεροσκάφους)
- Απλό λειτουργικό περιβάλλον (interface) για μεγιστοποίηση πληροφοριών και μείωση των πιθανών διαταραχών
- Προειδοποιήσεις για καθυστερήσεις πτήσεων που υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να συμβούν
- Διαδικτυακή λειτουργία για εύκολη πρόσβαση και συμβατότητα
- Φόρμες που ενημερώνονται από το εκάστοτε μέλος ξεχωριστά
- Αυτόματες ενημερώσεις
- Άμεση σύνδεση με την Βάση Δεδομένων Λειτουργίας Αεροδρομίου (Airport Operational Database).

Η σελίδα του TMT απεικονίζει τα ακόλουθα στοιχεία :

- 1) Χρόνο UTC (Universal Time Coordinated) της τελευταίας ενημέρωσης
- 2) Πίνακα κίνησης του LGAV.

Οι πληροφορίες ενημερώνονται κάθε 2 λεπτά, διάστημα το οποίο θεωρείται όσο μικρό απαιτείται για τους σκοπούς του CDM και για το σύστημα ώστε να παρέχει πληροφορίες σχεδόν σε πραγματικό χρόνο.

Η βασική πλατφόρμα που παρουσιάζεται στην Εικόνα 9, περιέχει πληροφορίες για την κίνηση στο αεροδρόμιο οργανωμένες με βάση τον αριθμό καταχώρησης της πτήσης. Κάθε σειρά απεικονίζει την άφιξη και την αναχώρηση ενός συγκεκριμένου αεροσκάφους και μια ακολουθία άφιξης και αναχώρησης θεωρείται μία αλλαγή (rotation). Οι πληροφορίες για κάθε αλλαγή είναι οργανωμένες σε 3 κατηγορίες :

- Γενικές πληροφορίες αεροσκάφους

- Πληροφορίες άφιξης
- Πληροφορίες αναχώρησης


TMtool: LGAV

[Logout](#) | [Help](#) | [Feedback](#)

UTC Time: 2005-05-30 14:10

Rkey	Regn	A/C	P-T	AFL	Orig	SIBT	IBT	Land	RwyA	STA	STATD	DFI	Dest	SOBT	OBT	TOBT	TOT	RwyD	Std	Gt
400092284	SXBGH	734	DJ	AEE-511	STR	12:50	13:10	13:08	03R	B43	ARR	DEP	AEE-322	HER	13:20	13:48	13:58	03L	B43	B28
400371403	ECFTS	MB3	D-C	JKK-2705	MAD	12:45	12:57	12:52	03R	A34	ARR	DEP	JKK-2706	MAD	13:45	13:51	14:03	03L	A34	A34
400260326	IBIXA	321	OJ	AZA-718	FCO	13:05	13:19	13:15	03R	B15	ARR	GCL	AZA-731	MXP	13:55	13:57	14:09<C 14:04-14:19	03L	B15	B15
454305133	OOVNB	DF2	O-D										FYG-2532	GVA	14:00	14:14	14:26<C 14:21-14:36	03L	F08G	
401046450	SXBVB	320	OJ	OAL-164	TXL	12:40	13:22	13:19	03R	B07	ARR	FNL	OAL-245	MXP	13:30	14:00	14:12<C 14:07-14:22	03L	B07	B07
400172116	SXDVE	AR1	OJ	AEE-341	CHQ	13:20	13:06	13:04	03R	B51	ARR	FNL	AEE-226	KGS	13:50	14:05	14:17	03L	B51	B27
401083649	SXBKH	734	OJ	OAL-242	LIN	13:10	13:07	13:06	03R	A07	ARR	GCL	OAL-309	SOF	14:00	14:07	14:19	03L	A07	A07
455474268	SXAPJ	BET	O-Y	AVW-202	EFL	13:15	14:17	14:17	03R	G10	TMO									
400150138	SXDVA	AR1	OJ	AEE-255	MJT	13:50	13:42	13:40	03R	B53	ARR	GCL	AEE-276	JKH	14:15	14:15	14:27	03L	B53	B26
455058898	SXDCA	DF2	O-D	INJ-4103	AYT	14:30	14:29	14:24	03R	G17A	AIRB									
401049951	SXBKM	734	OJ	OAL-166	FRA	13:15	13:37	13:33	03R	A01	ARR	GTP	OAL-239	FCO	14:05	14:30	14:42	03L	A01	B02
400033121	SXBGZ	733	OJ	AEE-501	MUC	14:05	13:48	13:46	03R	B09	ARR	GTP	AEE-120	SKG	14:40	14:40	14:52	03L	B09	B09
400982594	SXBQ	DH1	OJ	OAL-009	JSY	13:05	13:03	12:58	03R	B56	ARR	GTP	OAL-074	PAS	14:10	14:40	14:52	03L	B56	B20
400054373	SXBGY	733	OJ	AEE-905	LCA	13:55	13:35	13:30	03R	A09	ARR	GTP	AEE-906	LCA	14:45	14:45	14:57	03L	A09	A09
400735048	SXBGV	734	OJ	AEE-651	FCO	11:00	14:01	13:59	03R	B45	ARR	GTP	AEE-358	JTR	14:45	14:45	14:57	03L	B45	B28
400043025	SXBGK	733	OJ	AEE-661	LIN	13:55	13:57	13:52	03R	B13	ARR		AEE-406	CFU	14:50	14:50	15:02	03L	B13	B13
401210694	SXB0B	717	OJ	OAL-557	JTR	14:10	14:25	14:20	03R	B36	AIRB		OAL-914	SKG	15:00	15:00	15:12	03L	B36	B23
400396278	DAIAZ	AB6	OJ	DLH-3382	FRA	13:50	14:05	14:03	03R	B11	ARR	GTP	DLH-3383	FRA	15:00	15:00	15:12	03L	B11	B11
401031261	SXBKN	734	OJ	OAL-146	BRU	13:40	14:09	14:07	03R	B34	ARR		OAL-383	OTP	14:30	15:00	15:12	03L	B34	A21
401025415	SXBIF	AT7	OJ	OAL-118	TIA	14:00	13:56	13:50	03R	B50	ARR		OAL-758	SMI	15:05	15:05	15:17	03L	B50	B20A
400982021	SXBIM	AT4	OJ	OAL-007	JNX	14:05	13:42	13:42	03R	B52	ARR		OAL-782	JSI	15:05	15:05	15:17	03L	B52	B24
401037949	SXBKA	734	OJ	OAL-152	AMS	14:00	14:03	14:01	03R	B38	ARR		OAL-514	HER	15:05	15:05	15:17	03L	B38	B21
400562305	SBDY	733	OJ	HCV-523	PRG	14:25	14:20	14:15	03R	A11	AIRB		HCV-523	LCA	15:10	15:10	15:22		A11	A11
400556128	URVVE	734	OJ	AEW-229	KBP	14:20	14:16	14:11	03R	A13	AIRB		AEW-230	KBP	15:20	15:20	15:32	03L	A13	A13
401007329	SXBII	AT7	OJ	OAL-055	KIT	11:10	11:41	11:36	03L	B54	ARR		OAL-806	IOA	15:30	15:30	15:42	03L	B54	B22
400118359	SXDVD	AR1	OJ	AEE-119	SKG	15:00	14:55	14:50	03R	B51	AIRB		AEE-378	JMK	15:40	15:40	15:52	03L	B51	B28
401227095	SXBID	AT4	OJ	OAL-575	MJT	14:55	15:00	14:55	03R	B58			OAL-658	JMK	15:40	15:40	15:52	03L	B58	B25
401302444	SXBIE	AT7	OJ	OAL-735	KGS	14:50	14:55	14:50	03R	B64	AIRB		OAL-768	JKH	15:40	15:40	15:52	03L	B64	B26

Εικόνα 9 . Βασική πλατφόρμα του TMTool

Στην Εικόνα 10 απεικονίζονται τα στοιχεία που αποτελούν την πλατφόρμα με τις απαραίτητες συντομογραφίες. Η πλατφόρμα αυτή παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με εκείνη που αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο για το ACDM στην Ευρώπη όπως είναι λογικό, και εξαρτάται από την εταιρία που έχει προμηθεύσει το λογισμικό, κρατώντας τις βασικές πληροφορίες που χρειάζονται ανέπαφες.

Name	Description	Category	
Regn	Aircraft Registration/Identification	Aircraft Data	
A/C	Aircraft Type		
F	Arrival Operational Flight Type	Arrival Leg	*Status of Arrival Flight: • AIRB: Airborne / En-route • TMO: Ten (10) Min. Out • LAND: Landed • ARR: Arrived on Stand
T	Departure Flight Nature Type		
AFL	Arrival Flight Number		
Orig	Airport of Origin		
SIBT	Scheduled In-Block Time		
IBT	In-Block Time		
Land	Landing Time		
RwyA	Runway of Arrival		
StA	Stand of Arrival		
STATA	Status of Arrival Flight*		
STATD	Status of Departure Flight**		
F	Departure Operational Flight Type	Departure Leg	**Status of Departure Flight: • OBK: Aircraft On-Block at stand • GTP: Gate Open • BRG: Boarding in progress • FNL: Final Call • GCL: Gate Closed • OBK: Aircraft Off-Block • DEP: Departed, take off
T	Departure Flight Nature Type		
DFL	Departure Flight Number		
Dest	Airport of Destination		
SOBT	Scheduled Off-Block Time		
OBT	Off-Block Time		
TOBT	Target Off-Block Time		
TOT	Take off Time		
RwyD	Runway of Departure		
StD	Stand of Departure		
Gt	Gate		

Εικόνα 10 . Σύμβολα του TMTool

Το αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος» έχει 2 αεροπορικές εταιρίες εγκατεστημένες (Home-based) σε αυτό (Olympic Airlines και Aegean Airlines) και η κίνηση στην περίοδο αυτή επηρεάστηκε έντονα από τους Ολυμπιακούς Αγώνες. Κατά την διάρκειά τους, ειδικοί κανόνες έλαβαν χώρα και δημιουργήθηκαν επιπλέον προσωρινές θέσεις στάθμευσης αεροσκαφών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι καθώς αναμενόταν αυτή η υπερβολική κίνηση στο αεροδρόμιο, περιορίστηκε ο χρόνος παραμονής στο έδαφος στις 2 ώρες για τις περισσότερες εταιρίες.

Οι Ολυμπιακοί Αγώνες επηρέασαν την κίνηση με διάφορους τρόπους :

- Αυξημένη κίνηση
- Διαμόρφωση ειδικών κανόνων καταρτισμού του προγράμματος πτήσεων για τις περισσότερες εταιρίες
- Ασυνήθιστα μεγάλος αριθμός ειδικών πτήσεων (κρατικές, VIP).

Οι πτήσεις των 2 αυτών εταιριών αποτέλεσαν το 58,3% της συνολικής κίνησης, το 65,2% των προγραμματισμένων και των πτήσεων charter.

Είναι ιδιαίτερα δύσκολο να αξιολογηθεί όμως ένα δυναμικό σύστημα όπως το TMTool κοιτάζοντας μόνο την τελική κίνηση στο αεροδρόμιο όπως αυτή διαμορφώθηκε λόγω της πολυπλοκότητας της λειτουργίας του αεροδρομίου. Αυτό είναι αληθές ειδικά στην περίπτωση των Home-based εταιριών, διότι έχουν την δυνατότητα να αλλάζουν τύπο αεροσκάφους και να χρησιμοποιούν άλλες επιλογές για να διορθώσουν επικείμενες καθυστερήσεις, δυνατότητες που δεν είναι διαθέσιμες για τις υπόλοιπες εταιρίες.

Τα συνολικά συμπεράσματα που προκύπτουν συνοψίζονται ως εξής :

- Ακόμα και ένα βασικό CDM Tool παρέχει αξιόπιστες προειδοποιήσεις για ένα σημαντικό ποσοστό καθυστερημένων πτήσεων – μεγαλύτερο από 75%
- Αυτές οι προειδοποιήσεις είναι διαθέσιμες 60-90 λεπτά πριν από το EOBT
- Με τόσο έγκαιρες και αξιόπιστες προειδοποιήσεις, όλοι τα εμπλεκόμενα μέλη του αεροδρομίου έχουν τον απαιτούμενο χρόνο για να επανασχεδιάσουν / επαναπρογραμματίσουν τα μέσα και την λειτουργία τους, με τρόπο τέτοιο ώστε να ελαχιστοποιήσουν τις συνέπειες της καθυστέρησης
- Ένας από τα κύρια αντικείμενα του ACDM – προβλεπτικότητα των λειτουργιών – καταδεικνύεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο
- Ακόμα και ένα βασικό CDM Tool παρέχει έναν TOBT υπολογισμένο από το σύστημα, πιο αξιόπιστο από τον SOBT
- Ακόμα και χωρίς μια εγκατεστημένη διαδικασία TOBT για τις εισαγωγές δεδομένων από τους Airport Operators και τους Ground Handlers, ο υπολογισμένος από το σύστημα TOBT είναι η κοντινότερη τιμή στον AOBT
- Μια λειτουργική διαδικασία TOBT και η εγκατάσταση του υπολογισμού των ακριβών χρόνων τροchioδρόμησης, θα βελτιώσουν σημαντικά την ακρίβεια του TOBT
- Στο 71,9% των περιπτώσεων, τα προειδοποιητικά μηνύματα του TMTool παρήχθησαν νωρίτερα από τον χρόνο κατά τον οποίο παραλήφθηκε το μήνυμα καθυστέρησης (DLA)
- Πολλές πτήσεις καθυστέρησαν χωρίς να αποσταλεί ένα μήνυμα DLA. Ένα σημαντικό ποσοστό αυτών των πτήσεων είχαν αναγνωριστεί νωρίτερα από το τοπικό CDM Tool.

- Το CDM Tool εξέδωσε μια προκαταβολική προειδοποίηση για το 72% των πτήσεων που τελικά αναχώρησαν εκτός του CTOT παραθύρου τους
- Τα CDM Tools θα μπορούσαν να συνεισφέρουν σε μια μείωση 4% των σχεδίων πτήσης και των διανεμημένων χρονοπαραθύρων.

3.2) Αεροδρόμιο Ηρακλείου «Ν. Καζαντζάκης»

Το ACDM στο αεροδρόμιο του Ηρακλείου βρίσκεται σε πολύ πρώιμο στάδιο και μόνο ελάχιστες ενέργειες έχουν πραγματοποιηθεί για την εγκατάστασή του. Στις αρχές του 2008 πραγματοποιήθηκε ανάλυση σκοπιμότητας από το Eurocontrol για να αξιολογηθούν οι υπάρχουσες διαδικασίες λειτουργίας και να γίνουν υποδείξεις για τις απαραίτητες κινήσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν ώστε να γίνει ο αερολιμένας Ηρακλείου ένα CDM αεροδρόμιο. Οι αποφάσεις για την εγκατάσταση των διαφόρων στοιχείων θα παρθεί από τα στελέχη του αεροδρομίου, λαμβάνοντας υπόψη τα αναμενόμενα οφέλη ύστερα και από την υποστήριξη και την έγκριση από τα κεντρικά της Ελληνικής Υ.Π.Α..

Στόχος των συναντήσεων με τα στελέχη που δραστηριοποιούνται στο αεροδρόμιο ήταν να εξεταστεί η παρούσα κατάσταση σε ότι αφορά την ανταλλαγή πληροφοριών, τις διαδικασίες, τα συστήματα και τους παράγοντες που επηρεάζουν την λειτουργία και την διαδικασία turn-round, και να ανακαλύψουν πιθανά κενά που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αλλαγές στις παρούσες διαδικασίες / λειτουργίες ώστε να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη από το ACDM. Επίσης, σημειώθηκαν και όλες οι σχετικές αλλαγές και πρωτοβουλίες που είχαν ήδη αποφασιστεί από τα εμπλεκόμενα μέλη στο αεροδρόμιο.

Παρατηρήθηκαν τα ακόλουθα ευρήματα :

- Πολύ καλή διάθεση για συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων μελών, γνώση και κατανόηση της κατάστασης εκατέρωθεν των μελών
- Τα μέλη έχουν περιορισμένη δυνατότητα εκτίμησης των χρόνων προσγείωσης, γεγονός που δυσχεραίνει τις αποστολές της επίγειας εξυπηρέτησης
- Η επίγεια εξυπηρέτηση έχει καλές εκτιμήσεις των χρόνων αναχώρησης που μπορούν να διαμοιραστούν ως TOBT με το Apron Control και τον ATC
- Ο ATC θα μπορούσε να παρέχει ακολουθία αναχώρησης (pre-departure sequencing) για να διευκολύνει τις λειτουργίες της επίγειας εξυπηρέτησης και της διαχείρισης Apron μέσω μιας πλατφόρμας CDM
- Κάποιες αεροπορικές εταιρίες λειτουργούν εκτός χρονοπαραθύρων αεροδρομίου με αποτέλεσμα να δημιουργούνται καθυστερήσεις, ενώ παράλληλα λείπει η οργάνωση από τα κεντρικά της Υ.Π.Α. για να λυθεί αυτό το θέμα. Τα προειδοποιητικά μηνύματα μιας πλατφόρμας CDM θα

μπορούσαν να διευκολύνουν στο να λυθούν τέτοια προβλήματα πριν ακόμα δημιουργηθούν

- Δεν υπάρχει συμμόρφωση με τα χρονοπαράθυρα καθώς δεν υπάρχει συντονισμός απευθείας από το CFMU παρά μόνο από το Flow Management Position της Αθήνας. Επίσης, συχνά σπαταλείται χωρητικότητα εξαιτίας των διαθέσιμων χώρων στάθμευσης αεροσκαφών μόνο για συγκεκριμένους τύπους αεροσκαφών όπως B734 και μικρότερα
- Πληροφορίες είναι διαθέσιμες από ποικίλες πηγές μέσω fax, e-mail, SITA, ATFN και συχνά απαιτεί χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων ή ακόμα και χειρόγραφη
- Το σύστημα ελέγχου καταμέτρησης των εισιτηρίων στις πύλες θα έχει αντικατασταθεί μέχρι το καλοκαίρι (2008), επιτρέποντας πολλαπλή ταυτόχρονη χρήση του καταμετρητή, γεγονός που αναμένεται να αυξήσει την αυστηρά περιορισμένη χωρητικότητα του τερματικού σταθμού επιβατών.

Τα κενά που παρατηρήθηκαν έχουν ως εξής :

- ο Για τον χρόνο ETA (Estimated Time of Arrival) : Για την πλειονότητα των πτήσεων, οι αεροπορικές εταιρίες και η επίγεια εξυπηρέτηση λαμβάνουν ενημερώσεις για τον χρόνο άφιξης μέσω μηνυμάτων κίνησης (movement messages).
- ο Για τον χρόνο TOBT : Οι αεροπορικές εταιρίες και η επίγεια εξυπηρέτηση έχουν καλή ένδειξη για το πότε θα είναι έτοιμο το αεροσκάφος να εκκινήσει τις μηχανές, πληροφορία που λείπει για τον ATC και το Apron
- ο Για τον χρόνο TSAT : Οι αεροπορικές εταιρίες και η επίγεια εξυπηρέτηση δεν έχουν καμία ένδειξη για το πότε θα περιμένουν έγκριση για εκκίνηση των κινητήρων του αεροσκάφους από τον ATC, πληροφορία που λείπει και για την Διαχείριση Αεροδρομίου
- ο Για τις προειδοποιήσεις : Δεν υπάρχει κανένας συναγερμός για την συμμόρφωση με το σχέδιο πτήσης και τα χρονοπαράθυρα του αεροδρομίου, κάτι το οποίο θα εμπόδιζε την παραβίαση των χρονοπαραθύρων των προγραμματισμένων πτήσεων. Παρέχεται από το αεροδρόμιο και το χρειάζονται όλα τα υπόλοιπα μέλη. Σε επόμενη φάση αυτός ο συναγερμός θα παρεχόταν σε κινητές μονάδες υποστήριξης υπό μορφή προειδοποιήσεων ώστε να υπάρχει άμεση αντίδραση.

Συμπερασματικά, η μελέτη σκοπιμότητας που πραγματοποιήθηκε καταλήγει στην καλή διάθεση που υπάρχει για συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων μελών. Παρά το γεγονός ότι το κυριότερο εμπόδιο αναγνωρίζεται ότι είναι η

περιορισμένη χωρητικότητα του τερματικού σταθμού επιβατών και οι υποδομές στην κοντινή περιοχή του αεροδρομίου, θεωρείται ότι η εγκατάσταση του ACDM θα διευκολύνει την λειτουργία κατά την διαδικασία turn-round και πως η λήψη μέτρων για την αύξηση της χωρητικότητας μετά από λεπτομερή ανάλυση καθυστερήσεων, θα μπορούσε να βελτιώσει την υπάρχουσα κατάσταση με αποτελεσματικότερη χρήση των ήδη υπαρχουσών υποδομών.

Κεφάλαιο 4 . Περίπτωση Μελέτης : Διεθνής Αερολιμένας Ηρακλείου

4.1) Γενική περιγραφή αερολιμένα⁴

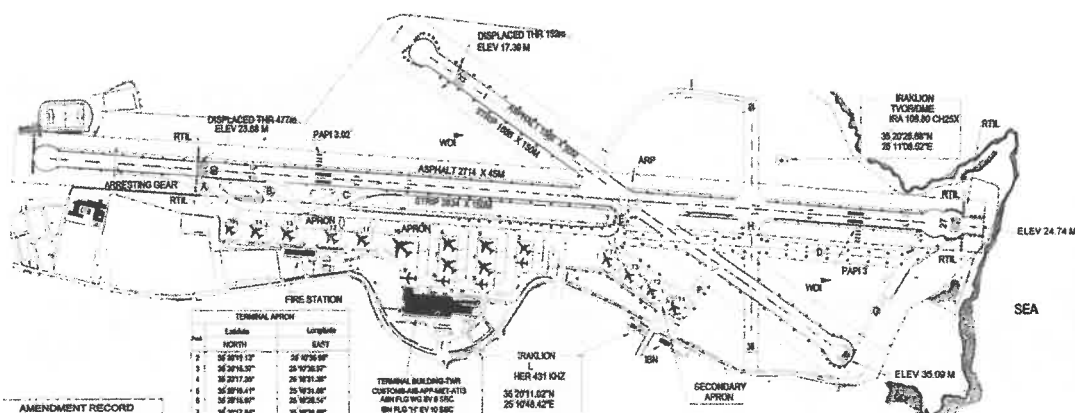
Ο κρατικός διεθνής αερολιμένας Ηρακλείου «Ν. Καζαντζάκης» βρίσκεται 5 χιλ. από την πόλη του Ηρακλείου στην Κρήτη. Οι κτιριακές του εγκαταστάσεις καλύπτουν 42.000 τετραγωνικά μέτρα και λειτουργεί όλο το 24ωρο. Οι εγκαταστάσεις του αποτελούνται από έναν επιβατικό αεροσταθμό, έναν εμπορευματικό αεροσταθμό, έναν πυροσβεστικό σταθμό ενώ οι θέσεις στάθμευσης αεροσκαφών είναι 13.

Διαθέτει 2 διαδρόμους με τα εξής χαρακτηριστικά :

1. 09/27 διαστάσεων 2740x45 μέτρων
2. 12/30 διαστάσεων 1566x50 μέτρων

με ασφαλτικό οδόστρωμα.

Κάτοχος και διαχειριστής του αεροδρομίου είναι το Ελληνικό κράτος. Στην Εικόνα 11 παρουσιάζεται ο χάρτης του αεροδρομίου.



Εικόνα 11 . Χάρτης αεροδρομίου Ηρακλείου «Ν. Καζαντζάκης», (ICAO, 2004).

⁴ Πηγές : [13],[14],[15]

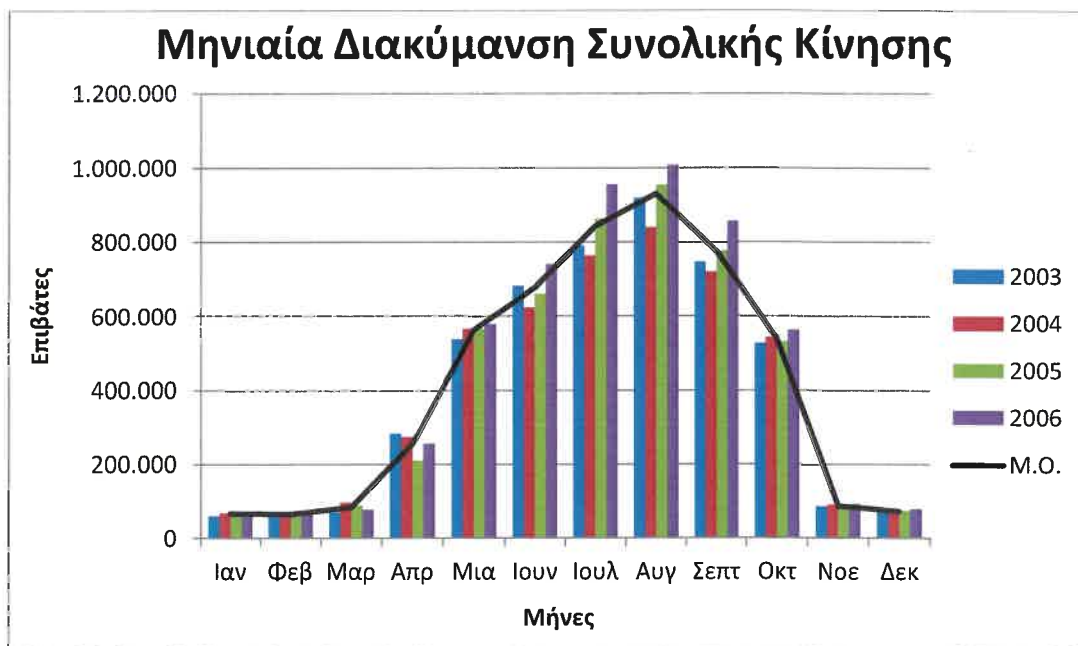
Από τον συντονισμό του αεροδρομίου προκύπτει ότι για το 2010 η δηλωμένη χωρητικότητα είναι 22 κινήσεις την ώρα, 10 για αφίξεις και 12 για αναχωρήσεις, με τον μέγιστο αριθμό επιβατών να φτάνει τους 1800 συνολικά, 1500 για τις πτήσεις Schengen και Non-Schengen, και 300 για τις πτήσεις εσωτερικού.

4.2) Ανάλυση κίνησης⁵

4.2.1) Μηνιαία διακύμανση

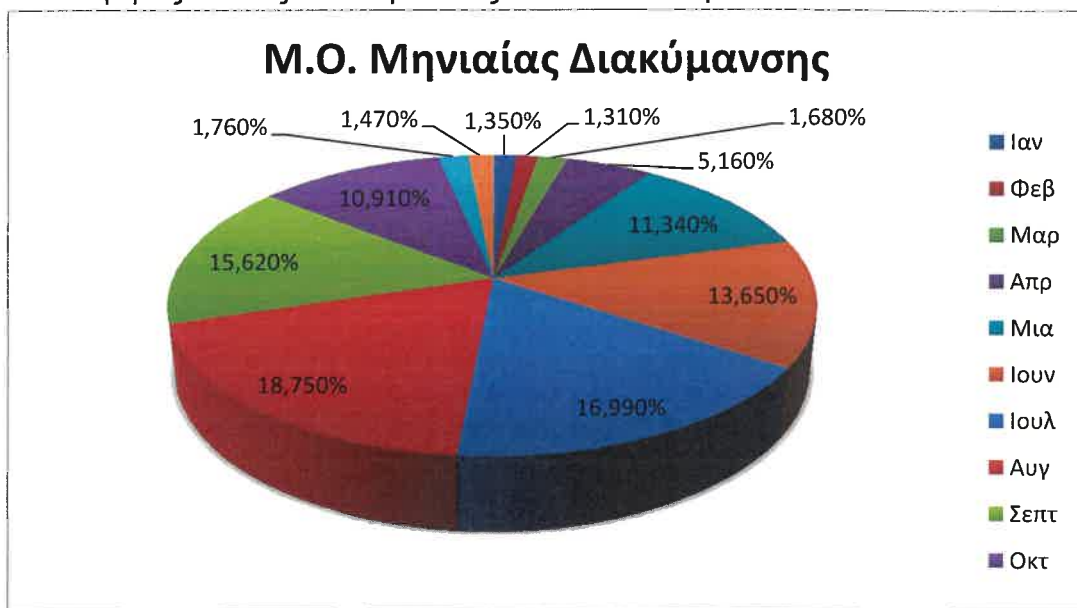
Η κίνηση στο αεροδρόμιο μελετάται κατά τους θερινούς μήνες Ιούλιο και Αύγουστο, καθώς τους δύο αυτούς μήνες παρουσιάζεται η αιχμή της. Αυτό αποδεικνύεται εύκολα από το Γράφημα 1 που παρουσιάζει την διακύμανση της κίνησης των επιβατών για τα έτη 2003-2006.

⁵ Στοιχεία αντλήθηκαν από [11]



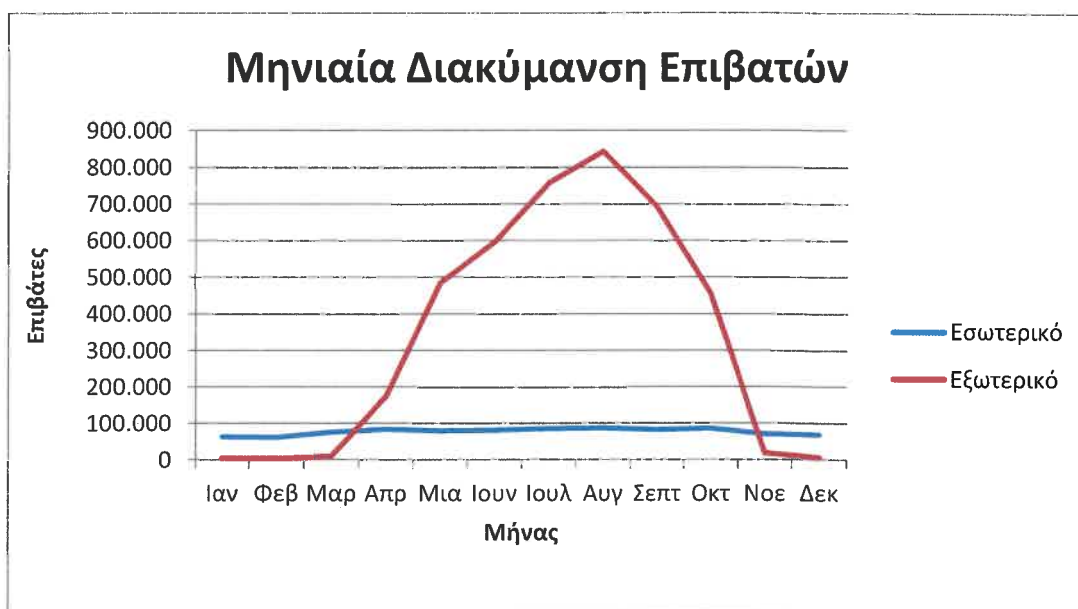
Γράφημα 1 . Μηνιαία Διακύμανση Συνολικής Κίνησης 2003-2006

Όπως παρουσιάζεται και στο Γράφημα 2, οι κινήσεις τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, αποτελούν το 50% της συνολικής ετήσιας κίνησης, ενώ οι μήνες Ιούλιος και Αύγουστος αποτελούν παραπάνω από το 35%.



Γράφημα 2 . Μέσος Όρος Μηνιαίας Συνολικής Διακύμανσης 2003-2006

Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται σχεδόν αποκλειστικά στην έλευση τουριστών κατά την θερινή περίοδο καθώς οι κινήσεις εσωτερικού παρουσιάζουν μια σχετική σταθερότητα καθ' όλο το έτος, με μικρές μόνο διακυμάνσεις, την στιγμή που οι κινήσεις εξωτερικού λαμβάνουν ακραίες τιμές ανάλογα με την χρονική περίοδο. Στο Γράφημα 3 παρουσιάζεται αναλυτικότερα αυτό το φαινόμενο, δείχνοντας ξεκάθαρα την μεγάλη αύξηση της κίνησης των επιβατών εξωτερικού τους θερινούς μήνες, που φτάνουν στην αιχμή των 843000 επιβατών τον μήνα Αύγουστο, την στιγμή που τους χειμερινούς μήνες η κίνηση είναι σχεδόν μηδενική.



Γράφημα 3 . Μέσος Όρος Μηνιαίας Κίνησης Επιβατών 2003-2006

Στο Γράφημα 4 παρουσιάζεται σε γράφημα το Μέσο μηνιαίο ποσοστό κινήσεων εξωτερικού για την περίοδο 2003-2006 όπου φαίνεται ότι σχεδόν το 72% των επιβατών κινούνται στο Αεροδρόμιο Ηρακλείου την περίοδο Ιουνίου – Σεπτεμβρίου δίνοντας του τον χαρακτηρισμό του εποχικού αεροδρομίου καθώς μεγάλος αριθμός των πτήσεων που εξυπηρετεί είναι πτήσεις charter.



Γράφημα 4 . Μέσο μηνιαίο ποσοστό κινήσεων εξωτερικού 2003-2006

4.2.2) Ημερήσια διακύμανση

Στην εργασία αυτή εξετάζονται τα στοιχεία πτήσεων του αεροδρομίου του Ηρακλείου τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο του έτους 2009 ⁶, καθώς όπως παρουσιάστηκε και προηγουμένως, σε αυτή την περίοδο παρουσιάζεται η αιχμή της κίνησης στο αεροδρόμιο. Στην Εικόνα 12 παρουσιάζεται το φύλλο excel το οποίο δημιουργήθηκε για την ανάλυση των στοιχείων πτήσεων, το οποίο διαμορφώθηκε μετά από επεξεργασία των κωδικοποιημένων στοιχείων που ελήφθησαν από την Υ.Π.Α..

⁶Τα στοιχεία αυτά προσφέρθηκαν από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (Υ.Π.Α.)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
ΑΕΡΟΔΡ	ΑΥΞΩΝ ΚΩΔΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ	ΜΗΝΑΣ	ΑΡΙΘΜ ΚΩΔ ΕΤΑΙΡΙΑΣ	ΑΛΦΑΒ ΚΩΔ ΕΤΑΙΡΙΑΣ	ΤΥΠΟΣ ΑΕΡΟΣΚ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΣΕΩΝ ΑΕΡΟΣΚ	ΑΡΙΘΜ ΧΑΡΑΚΤ ΠΤΗΣΗΣ	ΑΛΦΑΒ ΧΑΡΑΚΤ ΠΤΗΣΗΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΤΗΣΗΣ ΑΦΙΕΛΣ	ΜΕΡΑ ΑΦΙΕΛΣ	ΔΙΕΥ. ΑΦΙΕΛΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΤΗΣΗΣ ΑΝΑΧ	ΜΕΡΑ ΑΝΑΧ	ΩΡΑ ΑΝΑΧ	ΑΕΡΟΔΡ ΠΡΟΕΛ	ΕΠΙΒ	ΤΑΧΥΔΡ	ΕΜΠΟΡ	ΑΕΡΟΔΡ ΠΡΟΟΡ	ΕΠΙΒ	ΤΑΧΥΔΡ	ΕΜΠΟΡ
1	HER	2	390	AEE	A320	168	2	C	4115	30	1619	4118	1	710	DOL	0	0	0	ETZ	129	0	0
2	HER	3	390	AEE	B734	178	2	C	4339	30	2243	458	1	411	POZ	0	0	0	CHQ	0	0	0
3	HER	4	390	AEE	B734	165	2	C	4557	30	2200	4340	1	810	BGY	0	0	0	KTW	145	0	0
4	HER	5	390	AEE	A320	175	1	A	663	30	2345	660	1	712	ATH	0	0	0	ATH	90	0	0
5	HER	6	0	ATW	JS41	29	1	A	2	30	1247	1	1	717	ATH	0	0	0	ATH	0	0	0
6	HER	7	0	EZY	A320	169	2	A	8773	30	2343	8774	1	38	LGW	0	0	0	LGW	122	0	0
7	HER	8	0	SEH	JS32	19	1	A	121	30	2125	100	1	912	JTR	0	0	0	RHO	17	0	0
8	HER	9	0	SEH	JS41	32	1	A	161	30	1421	180	1	813	KLX	0	0	0	KGS	28	0	0
9	HER	10	0	TOM	B752	233	2	C	3	30	2315	96	1	22	GLA	0	0	0	GLA	202	0	0
10	HER	11	7	AEE	A320	168	1	A	300	1	713	303	1	818	ATH	47	6	3496	ATH	86	0	0
11	HER	12	7	AEE	A320	168	1	A	306	1	916	307	1	1007	ATH	130	0	988	ATH	92	0	0
12	HER	13	7	AEE	A320	168	1	A	314	1	1413	315	1	1506	ATH	99	0	0	ATH	110	0	0
13	HER	14	7	AEE	RJ1H	200	1	A	316	1	1436	317	1	1536	ATH	66	0	0	ATH	97	0	0
14	HER	15	7	AEE	A320	168	1	A	318	1	1727	319	1	1811	ATH	160	0	0	ATH	123	0	0
15	HER	16	7	AEE	A320	168	1	A	322	1	2026	323	1	2119	ATH	154	0	0	ATH	112	0	0
16	HER	17	7	AEE	A320	168	1	A	326	1	2116	329	1	2254	ATH	128	0	0	ATH	46	0	0
17	HER	18	7	AEE	A320	168	2	C	4119	1	1500	4120	1	1652	ETZ	71	0	0	SXB	148	0	0
18	HER	19	7	AEE	A320	168	2	C	4121	1	2341	660	2	729	SXB	33	0	0	ATH	146	0	0
19	HER	20	7	AEE	B734	165	2	C	4341	1	1550	4700	3	215	KTW	162	0	0	TLV	158	0	0
20	HER	21	7	AEE	A320	168	2	C	4449	1	122	4449	1	157	MXR	32	0	0	RHO	0	0	0
21	HER	22	7	AEE	A320	168	2	C	4451	1	1217	4452	1	1337	CLJ	80	0	0	CLJ	148	0	0
22	HER	23	7	AEE	A320	168	1	A	710	1	825	711	1	947	SKG	112	0	11	SKG	84	0	0
23	HER	24	7	AEE	A320	168	1	A	714	1	2022	715	1	2155	SKG	153	0	0	SKG	125	0	0
24	HER	25	0	AEN	C208	551	1	M	201	1	112	202	1	145	ATH	0	0	1092	ATH	0	0	860
25	HER	26	7	AEN	DH8C	56	1	M	203	1	221	204	1	250	ATH	0	483	340	ATH	0	0	519

Εικόνα 12 . Ανάλυση στοιχείων πτήσεων σε φύλλα excel

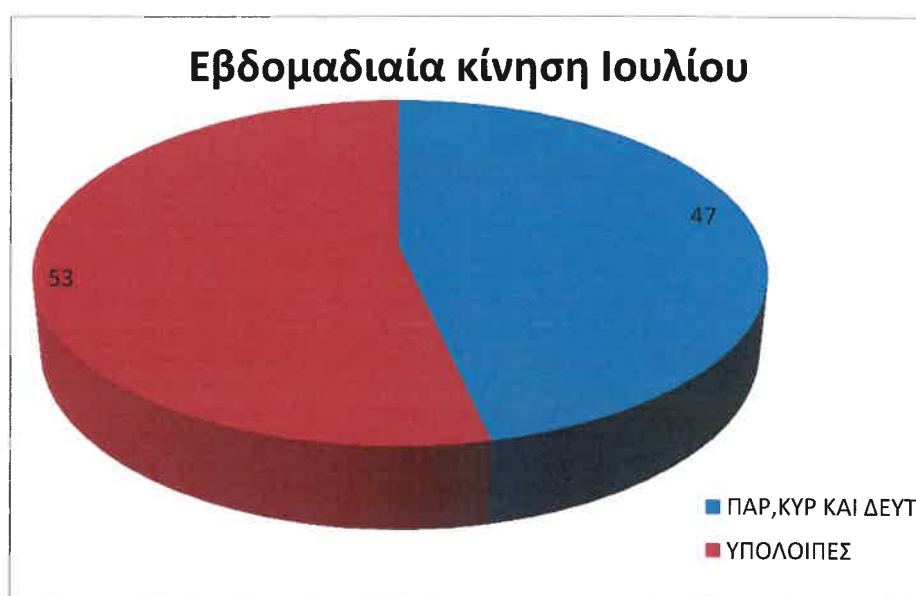
Με κατάλληλη επεξεργασία όλες οι πτήσεις χωρίστηκαν στις μέρες και τις ώρες που πραγματοποιήθηκαν και έγινε κατανομή τους όπως φαίνεται και στην Εικόνα 13.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ Υ.Π.Α.												
1													
2	ΤΕΤΑΡΤΗ 1/7/2009			ΠΕΜΠΤΗ 2/7/2009			ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 3/7/2009			ΣΑΒΒΑΤΟ 4/7/2009			
	ΩΡΑ	ΑΦΙΞΗ	ΑΝΑΧ	ΣΥΝΟΛΟ (<22)	ΑΦΙΞΗ	ΑΝΑΧ	ΣΥΝΟΛΟ (<22)	ΑΦΙΞΗ	ΑΝΑΧ	ΣΥΝΟΛΟ (<22)	ΑΦΙΞΗ	ΑΝΑΧ	ΣΥΝΟΛΟ (<22)
3													
4	00.00-00.59	1	2	3	3	2	5	1	1	2	4	4	8
5	01.00-01.59	3	3	6	0	2	2	4	2	6	7	5	12
6	02.00-02.59	2	2	4	3	1	4	2	5	7	4	4	8
7	03.00-03.59	3	1	4	0	1	1	2	0	2	1	3	4
8	04.00-04.59	5	2	7	0	0	0	0	1	1	4	2	6
9	05.00-05.59	0	5	5	1	0	1	2	0	2	1	4	5
10	06.00-06.59	1	1	2	5	1	6	4	1	5	3	1	4
11	07.00-07.59	3	5	8	1	10	11	5	7	12	3	6	9
12	08.00-08.59	4	5	9	6	2	8	9	7	16	5	4	9
13	09.00-09.59	3	4	7	4	2	6	6	7	13	6	4	10
14	10.00-10.59	8	3	11	6	5	11	9	9	18	6	7	13
15	11.00-11.59	2	7	9	5	7	12	8	5	13	2	8	10
16	12.00-12.59	5	3	8	6	4	10	3	9	12	4	2	6
17	13.00-13.59	2	4	6	5	4	9	5	4	9	6	2	8
18	14.00-14.59	6	2	8	6	6	12	2	5	7	4	6	10
19	15.00-15.59	4	6	10	9	4	13	7	2	9	4	6	10
20	16.00-16.59	5	3	8	3	8	11	4	7	11	2	4	6
21	17.00-17.59	6	5	11	6	6	12	8	3	11	4	1	5
22	18.00-18.59	5	6	11	4	6	10	5	10	15	5	5	10
23	19.00-19.59	7	2	9	6	5	11	7	6	13	2	2	4
24	20.00-20.59	5	7	12	6	4	10	7	7	14	9	3	12
25	21.00-21.59	4	9	13	8	7	15	5	6	11	8	5	13
26	22.00-22.59	6	3	9	5	8	13	5	5	10	5	8	13
27	23.00-23.59	3	5	8	3	7	10	7	5	12	5	6	11
28													
29	ΣΥΝΟΛΟ	93	95	188	101	102	203	117	114	231	104	102	206

Εικόνα 13 . Ημερήσια και ωριαία κατανομή πτήσεων

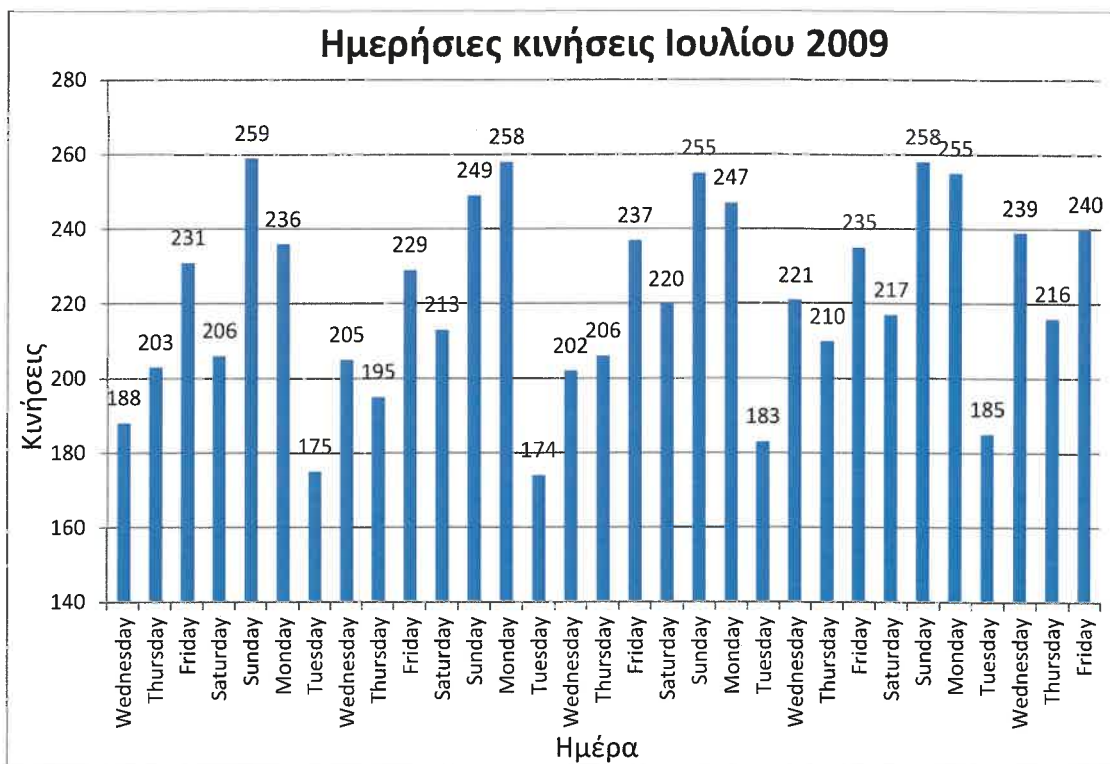
Με αυτό τον τρόπο προέκυψε η πλήρης κατανομή των κινήσεων εντός των 2 εξεταζόμενων μηνών και κατέστη δυνατή η ανάλυση ημερήσιας και ωριαίας διακύμανσης.

Τον **Ιούλιο** πραγματοποιήθηκαν συνολικά 6847 κινήσεις αεροσκαφών (αφίξεις και αναχωρήσεις) με μέγιστο ημερήσιο αριθμό κινήσεων 259 την Κυριακή 5/7 και ελάχιστο αριθμό κινήσεων 174 την Τρίτη 14/7. Παρατηρούμε ότι η κίνηση στο αεροδρόμιο παρουσιάζει σημαντική άνοδο τις μέρες Παρασκευή, Κυριακή και Δευτέρα, αποτελώντας το 47% περίπου της μηνιαίας κίνησης (Γράφημα 5) και παρά το γεγονός της δυσμενούς ημερολογιακής διαμόρφωσης που δίνει μικρότερο αριθμό των ημερών αιχμής που αναφέρθηκαν, στην διάρκεια του μήνα.



Γράφημα 5 . Εβδομαδιαία κίνηση Ιουλίου 2009 σε ποσοστά κατανομής

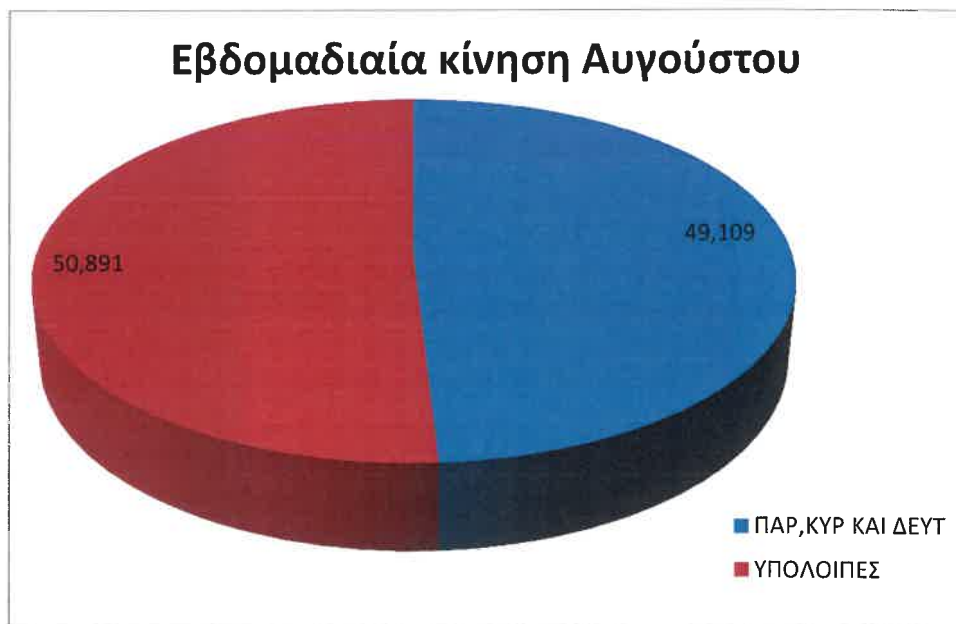
Στο Γράφημα 6 παρουσιάζεται η διακύμανση της κίνησης στο αεροδρόμιο ολόκληρο τον μήνα Ιούλιο.



Γράφημα 6 . Ημερήσιες κινήσεις Ιουλίου 2009

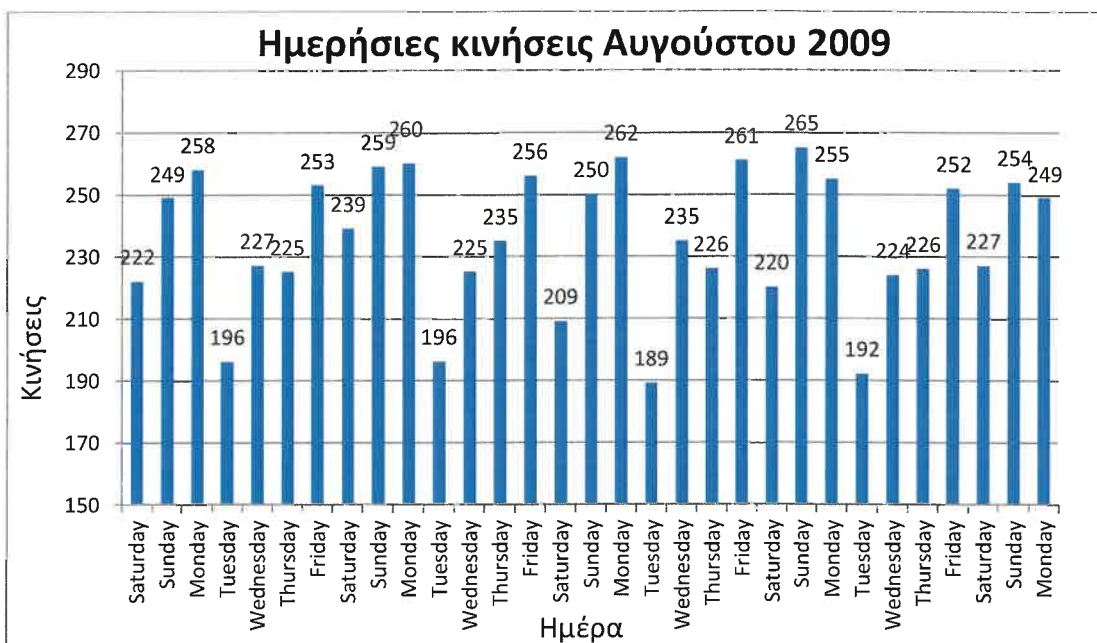
Η αιχμή των 259 κινήσεων παρατηρούμε ότι παρουσιάζεται με συναφή τιμή (258) σε 2 ακόμα ημέρες, Δευτέρα (13/7) και Κυριακή (26/7), που όπως αναφέραμε αποτελούν τις μέρες όπου συγκεντρώνεται η περισσότερη κίνηση της εβδομάδας. Επίσης, όλες τις Τρίτες του μήνα παρουσιάζονται οι λιγότερες κινήσεις της εβδομάδας, με σημαντική μάλιστα διαφορά από τις υπόλοιπες, αποτελώντας λιγότερο από το 12% των εβδομαδιαίων κινήσεων.

Τον **Αύγουστο** πραγματοποιήθηκαν συνολικά 7296 κινήσεις αεροσκαφών (αφίξεις και αναχωρήσεις) με μέγιστο ημερήσιο αριθμό κινήσεων 265 την Κυριακή 23/8 και ελάχιστο αριθμό κινήσεων 189 την Τρίτη 18/8. Παρατηρούμε ότι η κίνηση στο αεροδρόμιο παρουσιάζει σημαντική άνοδο τις μέρες Παρασκευή, Κυριακή και Δευτέρα, όπως και τον μήνα Ιούλιο, αποτελώντας το 50% περίπου της μηνιαίας κίνησης, όπως απεικονίζεται και στο Γράφημα 7.



Γράφημα 7 . Εβδομαδιαία κίνηση Αυγούστου 2009 σε ποσοστά κατανομής

Στο Γράφημα 8 παρουσιάζεται η διακύμανση της κίνησης ολόκληρο τον μήνα Αύγουστο.



Γράφημα 8 . Ημερήσιες κινήσεις Αυγούστου 2009

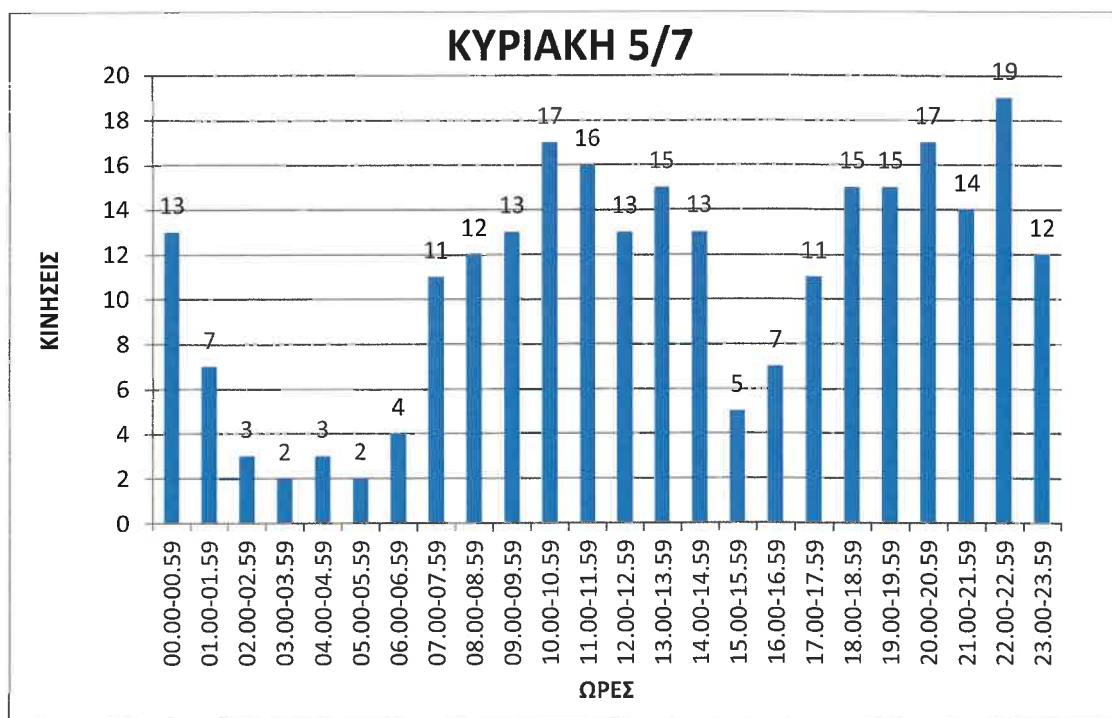
Το τριήμερο 21, 23, 24 του μηνός παρουσιάζεται συνολικά η μεγαλύτερη κίνηση των δύο εξεταζόμενων μηνών με 781 κινήσεις, τριήμερο κατά το οποίο, όπως προαναφέραμε, παρουσιάζεται και η αιχμή ολόκληρου του μήνα. Όπως και τον Ιούλιο, όλες τις Τρίτες του μήνα παρουσιάζονται οι λιγότερες κινήσεις της εβδομάδας, με σημαντική μάλιστα διαφορά από τις υπόλοιπες, αποτελώντας λιγότερο από το 12% των εβδομαδιαίων κινήσεων.

Το μοτίβο που ακολουθεί η διακύμανση οφείλεται κατά κύριο λόγο στην τουριστική κίνηση, καθώς τα τουριστικά γραφεία που δραστηριοποιούνται στην περιοχή οργανώνουν πακέτα διακοπών διάρκειας μιας εβδομάδας για τους ξένους τουρίστες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τις μέρες Παρασκευή, Κυριακή και Δευτέρα να δημιουργούνται οι αιχμές από τους τουρίστες που είτε φτάνουν είτε αναχωρούν από το αεροδρόμιο, την στιγμή που τις υπόλοιπες μέρες η κίνηση παρουσιάζεται σε ηπιότερη μορφή.

4.2.3) Ωριαία διακύμανση

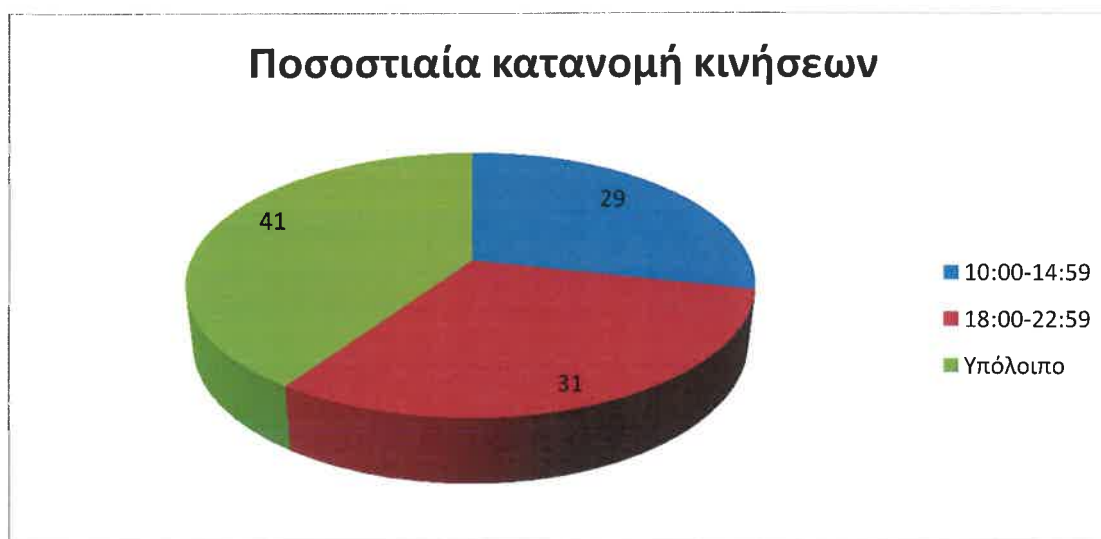
Για την ανάλυση της ωριαίας διακύμανσης θα ληφθούν δύο μέρες, η δυσμενέστερη κάθε μήνα.

Την Κυριακή 5/7 παρουσιάζεται η αιχμή των 259 κινήσεων, και στο Γράφημα 9 που ακολουθεί απεικονίζεται η διακύμανση της κίνησης εντός της μέρας σε ωριαία βάση.



Γράφημα 9 . Κινήσεις σε ωριαία βάση την Κυριακή 5/7

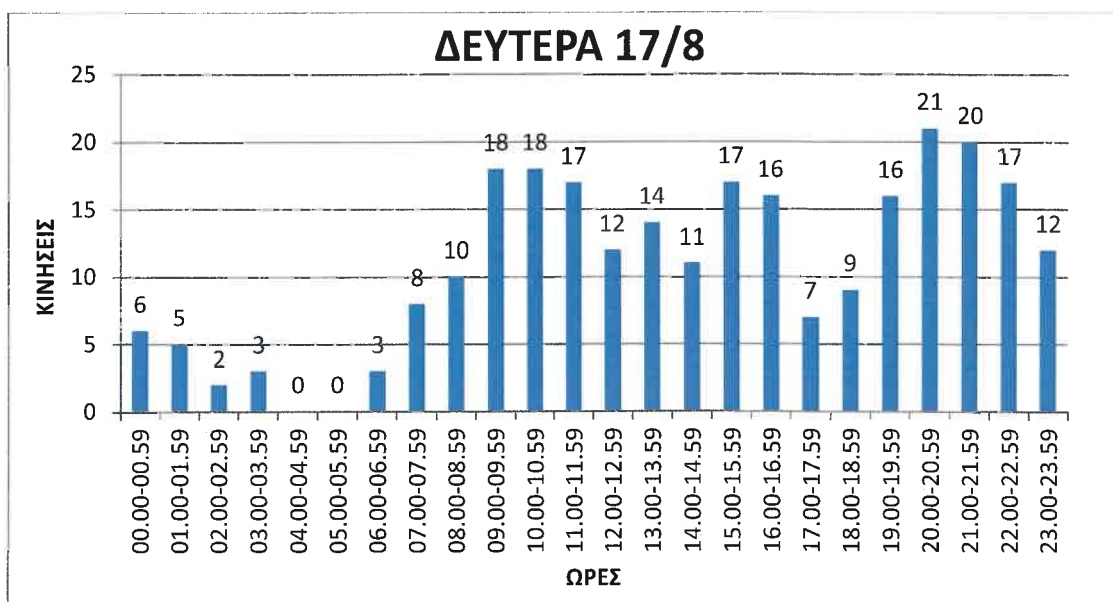
Παρατηρούμε ότι η κίνηση παρουσιάζει αύξηση τις βραδινές ώρες με την αιχμή των 19 κινήσεων μεταξύ 22:00-22:59, αλλά και τις πρωινές, με σημαντική πτώση στις ενδιάμεσες περιόδους της μέρας. Στο Γράφημα 10 παρουσιάζεται σε ποσοστά η κατανομή της κίνησης εντός της ημέρας.



Γράφημα 10 . Ποσοστιαία κατανομή κινήσεων, Κυριακή 5/7

Παρατηρούμε ότι στις 2 περιόδους που επιλέξαμε, οι οποίες αποτελούνται από δύο 5ωρα, πραγματοποιείται το 60% της ημερήσιας κίνησης, ενώ τις υπόλοιπες 14 ώρες της ημέρας το υπόλοιπο 40%.

Για τον μήνα Αύγουστο, την Κυριακή 17/8 παρουσιάζεται η αιχμή των 262 κινήσεων, και στο Γράφημα 13 που ακολουθεί απεικονίζεται η διακύμανση της κίνησης εντός της μέρας σε ωριαία βάση.



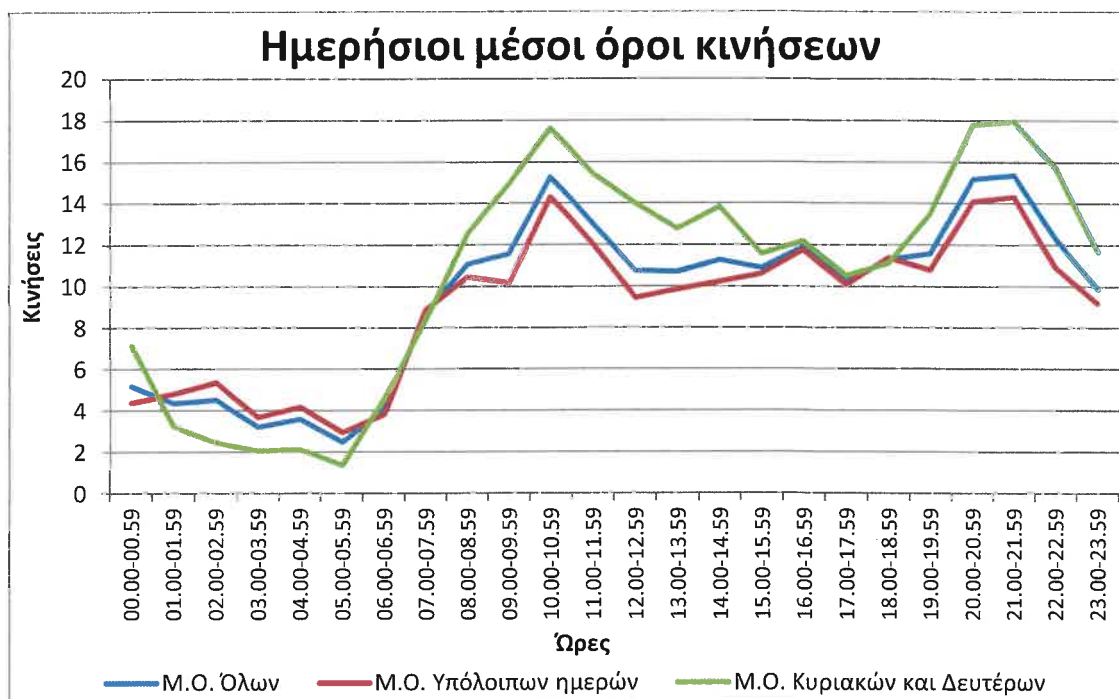
Γράφημα 11 . Κίνηση σε ωριαία βάση την Δευτέρα 17/8

Η κατανομή των κινήσεων παρουσιάζει μεγάλες ομοιότητες με εκείνη της αιχμής του Ιουλίου, όπου παρατηρούνται αυξομειώσεις κατά την διάρκεια της ημέρας, με την αιχμή των 21 κινήσεων να βρίσκεται στις βραδινές ώρες, χωρίς να παραλείπεται η σχετικά αυξημένη κίνηση των πρωινών ωρών. Μόνη διαφοροποίηση αποτελεί η αυξημένη κίνηση τις απογευματινές ώρες που ακολουθείται από μια ύφεση μέχρι να εισέλθουμε στην αιχμή των βραδινών ωρών.

Η μέρα αυτή προτιμήθηκε από την μηνιαία αιχμή Αυγούστου των 265 κινήσεων που εμφανίζεται την Κυριακή 23/8, καθώς η διακύμανση της παρουσιάζει μεγάλες ομοιότητες με την Κυριακή 5/7 που παρουσιάστηκε στην ανάλυση του Ιουλίου. Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι ίδιες μέρες του μήνα παρουσιάζουν μεγάλη ταύτιση στην διακύμανση, άρα μπορούμε να θεωρήσουμε τις 2 περιπτώσεις που αναλύθηκαν εκτενέστερα, αντιπροσωπευτικές αυτών, αλλά και

ενδεικτικές για την κατανομή της κίνησης αιχμής εντός των δύο μηνών. Με λίγα λόγια, το μοτίβο που ακολουθείται στην διακύμανση παραμένει ίδιο σε όλες τις ίδιες μέρες.

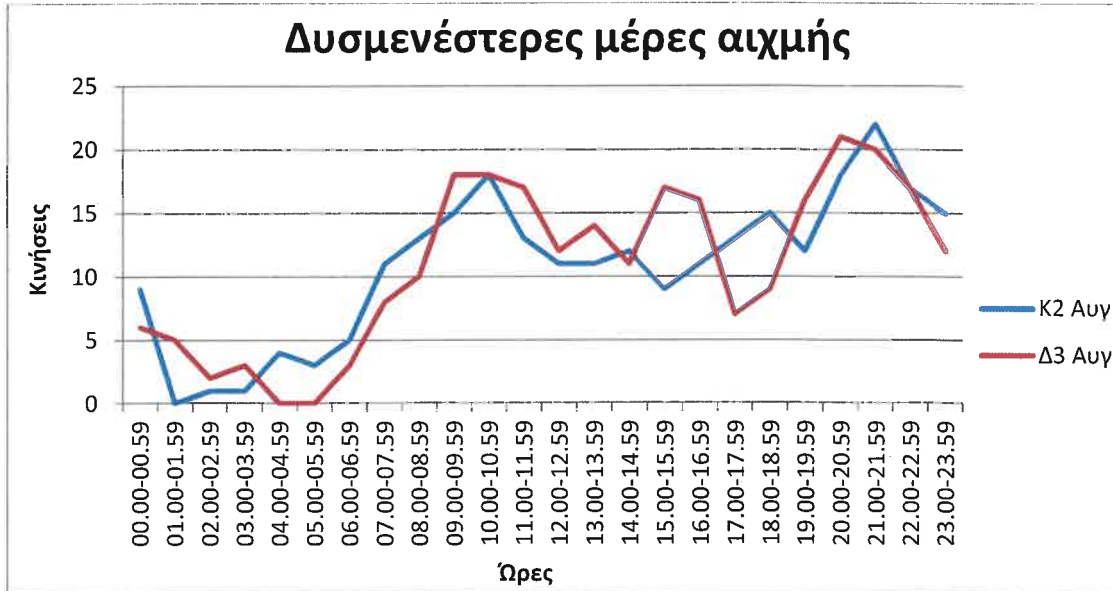
Στο Γράφημα 12 που ακολουθεί, έγινε ανάλυση των κινήσεων εντός των 2 μηνών με βάση την χρονική στιγμή πραγματοποίησης τους εντός της μέρας, και εξάχθηκε ο μέσος όρος όλων των ημερών, ο μέσος όρος μόνο των ημερών αιχμής (Κυριακή και Δευτέρα) και ο μέσος όρος των υπόλοιπων ημερών.



Γράφημα 12 . Ημερήσιοι μέσοι όροι κινήσεων Ιουλίου και Αυγούστου

Είναι φανερό η διαδρομή που ακολουθεί η εξέλιξη της κίνησης εντός της ημέρας, διαμορφώνοντας δύο περιόδους ωρών αιχμής, μια το πρωί και μία το βράδυ. Παρατηρούμε από το διάγραμμα ότι η μέση μέρα αιχμής, που διαμορφώνεται από τον μέσο όρο κινήσεων τις ημέρες Κυριακή και Δευτέρα των δύο μηνών, παρουσιάζει υψηλότερους φόρτους εντός των ωρών αιχμής και μικρότερους φόρτους εκτός των ωρών αιχμής σε σχέση με την μέση μέρα μη αιχμής, που διαμορφώνεται από τον μέσο όρο των κινήσεων που πραγματοποιούνται τις υπόλοιπες μέρες. Το γεγονός αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στον συνολικά μεγαλύτερο ημερήσιο φόρτο της μέσης μέρας αιχμής, και δευτερευόντως στην ελαφριά μετακύλιση της κίνησης από τις ώρες εκτός αιχμής στις ώρες αιχμής, κυρίως τις πρώτες πρωινές ώρες όπου την μέση μέρα μη αιχμής οι κινήσεις είναι σημαντικά αυξημένες.

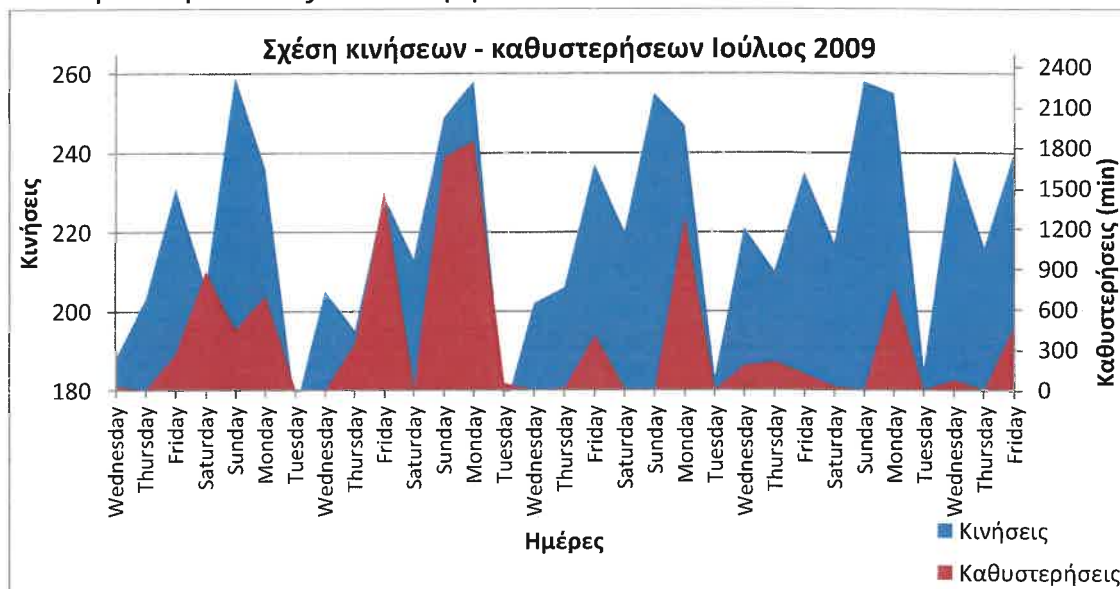
Αναλυτικότερα, το Γράφημα 13 παρουσιάζει την διακύμανση της κίνησης τις δύο δυσμενέστερες μέρες αιχμής της περιόδου Ιουλίου και Αυγούστου. Αυτές είναι η Κυριακή 9/8 με 259 κινήσεις και η Δευτέρα 17/8 με 262 κινήσεις.



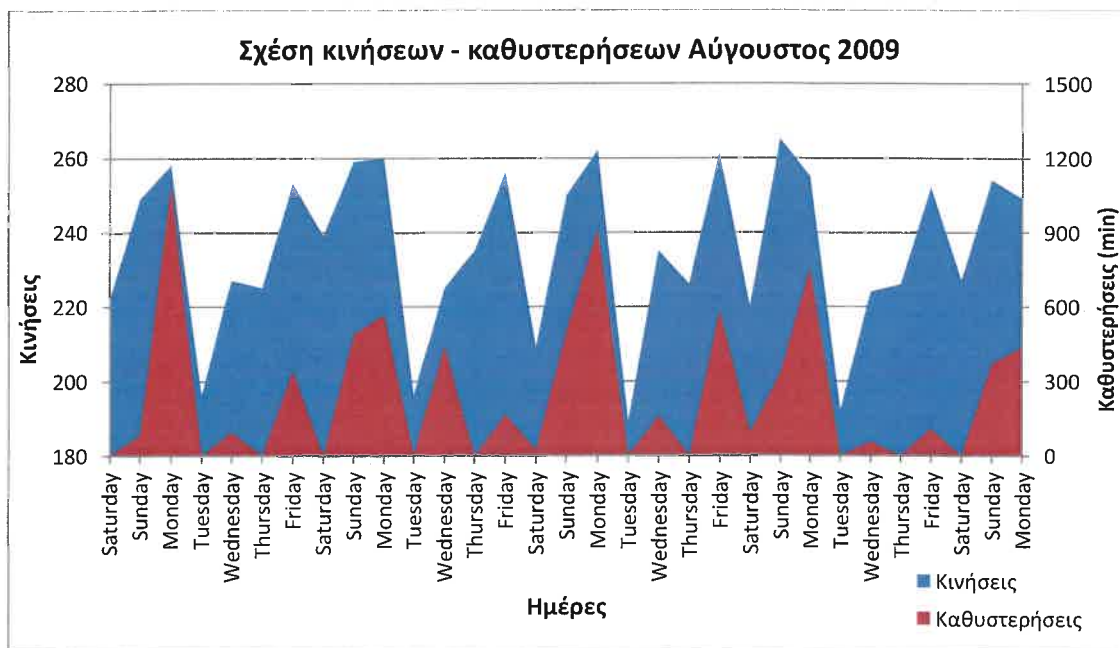
Γράφημα 13 . Ωριαία διακύμανση των κινήσεων τις 2 δυσμενέστερες μέρες των δύο μηνών

Είναι φανερή η ομοιότητα των δύο γραμμών ως προς την εξέλιξη τους κατά την διάρκεια της ημέρας, όπου ορίζονται ξεκάθαρα οι δύο περίοδοι αιχμής που έχουν αναφερθεί και προηγουμένως, όπως επίσης και η ελάχιστη ως και μηδενική κίνηση των πρώτων πρωινών ωρών. Προτιμήθηκαν οι συγκεκριμένες μέρες ως οι πιο επιβαρυμένες από όλες τις Κυριακές και Δευτέρες των δύο μηνών, και είναι χαρακτηριστικό το γεγονός της αύξησης της κίνησης τον μήνα Αύγουστο σε σχέση με τον Ιούλιο καθώς οι αντίστοιχες μέρες αιχμής του Ιουλίου παρουσίασαν χαμηλότερη κίνηση και δεν προτιμήθηκαν.

Σε ότι αφορά τις **καθυστερήσεις** στο αεροδρόμιο, από την ανάλυση των στοιχείων πτήσεων που πραγματοποιήθηκε για τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο του 2009, αλλά και τα επίσημα στοιχεία της ΥΠΑ για τις καταγεγραμμένες καθυστερήσεις στο αεροδρόμιο του Ηρακλείου την ίδια περίοδο, συντάχθηκαν τα παρακάτω γραφήματα (Γράφημα 14, Γράφημα 15) που απεικονίζουν την συσχέτιση των κινήσεων που πραγματοποιούνται με τα λεπτά καθυστερήσεων που προέκυψαν εντός των δύο μηνών.



Γράφημα 14 . Σχέση κινήσεων-καθυστερήσεων, Ιούλιος 2009



Γράφημα 15 . Σχέση κινήσεων-καθυστερήσεων, Αύγουστος 2009

Από τους πίνακες αυτούς, συμπεραίνουμε ότι οι καθυστερήσεις στο αεροδρόμιο είναι άμεσα συνδεδεμένες με τον φόρτο, καθώς παρατηρούμε ότι τις μέρες όπου εμφανίζεται υψηλή κινητικότητα, προκύπτουν αντίστοιχα και μεγάλες καθυστερήσεις. Αυτό αποτελεί μια σαφή ένδειξη του προβλήματος χωρητικότητας που υπάρχει στο αεροδρόμιο και για το οποίο θα εξετάσουμε στην συνέχεια κατά πόσο η μείωση του χρόνου παραμονής των αεροσκαφών στο αεροδρόμιο μέσω της εφαρμογής του ACDM, θα βοηθήσει να γίνει καλύτερη εκμετάλλευση των ήδη υπάρχοντων υποδομών.

4.3) Εκτίμηση επιπτώσεων ACDM : Μεθοδολογία – Αποτελέσματα - Πρόβλεψη

Στόχος της εργασίας είναι να εξεταστεί η χρησιμότητα εφαρμογής του Μηχανισμού Κοινής Λήψης Αποφάσεων (ACDM) στο αεροδρόμιο του Ηρακλείου. Θεωρώντας, λοιπόν, ως δεδομένο ότι το σχέδιο θα εφαρμοστεί πλήρως και θα εγκατασταθούν όλα τα στοιχεία που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο και απαρτίζουν το ACDM, το αποτέλεσμα που προσδοκούμε είναι να βελτιστοποιήσουμε την χρήση των υποδομών του αεροδρομίου. Αυτό συνεπάγεται αύξηση της δυναμικής χωρητικότητας του, το οποίο μπορεί να μεταφραστεί στην συγκεκριμένη περίπτωση σε αύξηση του αριθμού των δυνατών αναχωρήσεων. Αυτό συμβαίνει καθώς η βελτιστοποίηση μπορεί να γίνει στον χρόνο παραμονής του αεροσκάφους στο έδαφος, ο οποίος μειώνεται μέσα από την σωστή και πλήρη εφαρμογή των συστατικών στοιχείων του ACDM. Οι χρόνοι των αφίξεων δεν μπορούν να επηρεαστούν, οπότε σε ότι αφορά την δυναμική χωρητικότητα που μπορούμε να αυξήσουμε, αυτό θα πραγματοποιηθεί αποκλειστικά μέσω της αύξησης του αριθμού των αναχωρήσεων.

Για τον σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε ανάλυση των στοιχείων κίνησης του αεροδρομίου ώστε να βρεθεί ο χρόνος παραμονής των αεροσκαφών στο αεροδρόμιο. Τα στοιχεία αυτά αποτελούνται από τις κινήσεις αεροσκαφών στο αεροδρόμιο την περίοδο Ιουλίου και Αυγούστου 2009 και εκδίδονται από την Ελληνική Υ.Π.Α., όπως έχει ήδη αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο. Ως κριτήριο για την διαλογή των κατάλληλων πτήσεων που πραγματοποίησαν μια πλήρη ακολουθία (άφιξη και αναχώρηση), ορίστηκε η χρονική διαφορά άφιξης με αναχώρηση να μην ξεπερνάει τις 2 ώρες, χρονικό διάστημα το οποίο θεωρήθηκε κατάλληλο ώστε να διαχωριστούν αυτές οι πτήσεις από τις υπόλοιπες οι οποίες παρέμειναν μεγάλο χρονικό διάστημα στο αεροδρόμιο για άγνωστους λόγους και δεν μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικές για να εξαχθεί ο μέσος χρόνος παραμονής αεροσκάφους στο αεροδρόμιο. Επίσης, έγινε παραδοχή του χρόνου τροchioδρόμησης (taxi time) ίση με 5 λεπτά, εκ των οποίων 2,5 λεπτά κατά την άφιξη και 2,5 λεπτά κατά την αναχώρηση, και του χρόνου στάσης στο σημείο στάσης (holding time) ίση με 2 λεπτά. Αφού διαχωρίστηκαν αυτές οι πτήσεις, υπολογίστηκε ότι ο Μέσος Καθαρός Χρόνος Παραμονής Αεροσκάφους στο αεροδρόμιο, είναι για τον :

- Ιούλιο : 59,55 λεπτά
- Αύγουστο : 58,83 λεπτά

Στην Εικόνα 14 παρουσιάζεται η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για να βρεθούν οι χρόνοι παραμονής αεροσκαφών στο έδαφος.

ΒΕ	ΒΓ	ΒΔ	ΒΕ	ΒΖ	ΒΗ	ΒΘ	ΒΙ	ΒΚ	ΒΛ	ΒΜ	ΒΝ	ΒΟ	ΒΡ
ΑΦΙΞΗ			ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ										
ΩΡΕΣ	ΛΕΠΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΛΕΠΤΑ	ΩΡΕΣ	ΛΕΠΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΛΕΠΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΛΕΠΤΑ +1 ΜΕΡΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΙΔΙΩΝ ΗΜΕΡΩΝ		ΔΙΑΦΟΡΑ ΗΜΕΡΩΝ +1		ΣΥΝΟΛΟ ΛΕΠΤΩΝ		<2h
19	56	1196	20	52	1252	0	56	0	56	0	56	56	
19	54	1194	20	45	1245	0	51	0	51	0	51	51	
10	30	630	11	41	701	0	71	0	71	0	71	71	
21	9	1269	22	3	1323	0	54	0	54	0	54	54	
23	3	1383	0	3	0	3	0	60	60	0	60	60	
11	0	660	12	12	732	0	72	0	72	0	72	72	
11	33	693	12	33	753	0	60	0	60	0	60	60	
9	35	575	10	53	653	0	78	0	78	0	78	78	
20	50	1250	21	42	1302	0	52	0	52	0	52	52	
11	46	706	13	13	793	0	87	0	87	0	87	87	
19	15	1155	20	16	1216	0	61	0	61	0	61	61	
8	50	530	10	24	624	0	94	0	94	0	94	94	
17	20	1040	18	39	1119	0	79	0	79	0	79	79	
8	9	489	11	23	683	0	194	0	194	0	194	0	
18	57	1137	8	23	0	503	0	806	806	0	806	0	

ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΔΕΝΙΚΩΝ	433
ΣΥΝΟΛΟ ΛΕΠΤΩΝ	199654
ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ	66,55
taxi time (x2) (min)	2,5
holding time (min)	2
ΣΥΝΟΛΙΚΟΙ ΜΕΣΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΔΙΑΜΟΝΗΣ (min)	59,55

Εικόνα 14 . Υπολογισμός μέσου χρόνου παραμονής αεροσκάφους

Κάθε γραμμή από την Εικόνα 14 αποτελεί συνέχεια της αντίστοιχης γραμμής στην Εικόνα 12. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για να βρεθούν οι απαιτούμενοι χρόνοι είναι η εξής :

- Από την δοσμένη μορφή των χρόνων (0 – 2359), αρχικά χωρίστηκαν οι ώρες από τα λεπτά με σκοπό να ανάγουμε την χρονική στιγμή άφιξης και αναχώρησης σε συνολικά λεπτά με αρχή την ημερολογιακή αρχή της μέρας
- Για τις πτήσεις που αναχώρησαν μία μέρα μετά την άφιξη τους, έγινε ξεχωριστός υπολογισμός σε διπλανή στήλη
- Υπολογίστηκαν οι διαφορές χρόνου στις πτήσεις ίδια μέρας και στις πτήσεις με διαφορά μιας μέρας ξεχωριστά, και σε καινούρια στήλη βρέθηκαν τα αποτελέσματα τους (ΣΥΝΟΛΟ ΛΕΠΤΩΝ)
- Με κριτήριο παραμονής 120 λεπτά, διαχωρίστηκαν οι κατάλληλες πτήσεις
- Τέλος, βρέθηκε ο μέσος όρος παραμονής των κατάλληλων πτήσεων.

Τα αεροσκάφη που χρησιμοποίησαν περισσότερο το αεροδρόμιο κατά πολύ μεγάλο ποσοστό, πάνω από 65%, είναι Boeing 737-400/800 και Airbus 319/320/321, των 180 περίπου θέσεων. Εξαιτίας της μεγάλης χρησιμοποίησης του συγκεκριμένου τύπου αεροσκαφών, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι ο χρόνος που αντιστοιχεί στην διαμονή των αεροσκαφών δεν επηρεάζεται από τους άλλους τύπους αεροσκαφών που εμφανίστηκαν, οπότε και θα χρησιμοποιήσουμε τους χρόνους που υπολογίσαμε χωρίς να επεκταθούμε σε αναλύσεις τύπου αεροσκαφών.

Για να καταλήξουμε στην χρησιμότητα της εφαρμογής του ACDM, θα εξετάσουμε 4 σενάρια μείωσης του χρόνου παραμονής των αεροσκαφών στο αεροδρόμιο μέσω της εφαρμογής του Μηχανισμού Κοινής Λήψης Αποφάσεων ACDM στο αεροδρόμιο Ηρακλείου. Τα σενάρια περιλαμβάνουν μείωση :

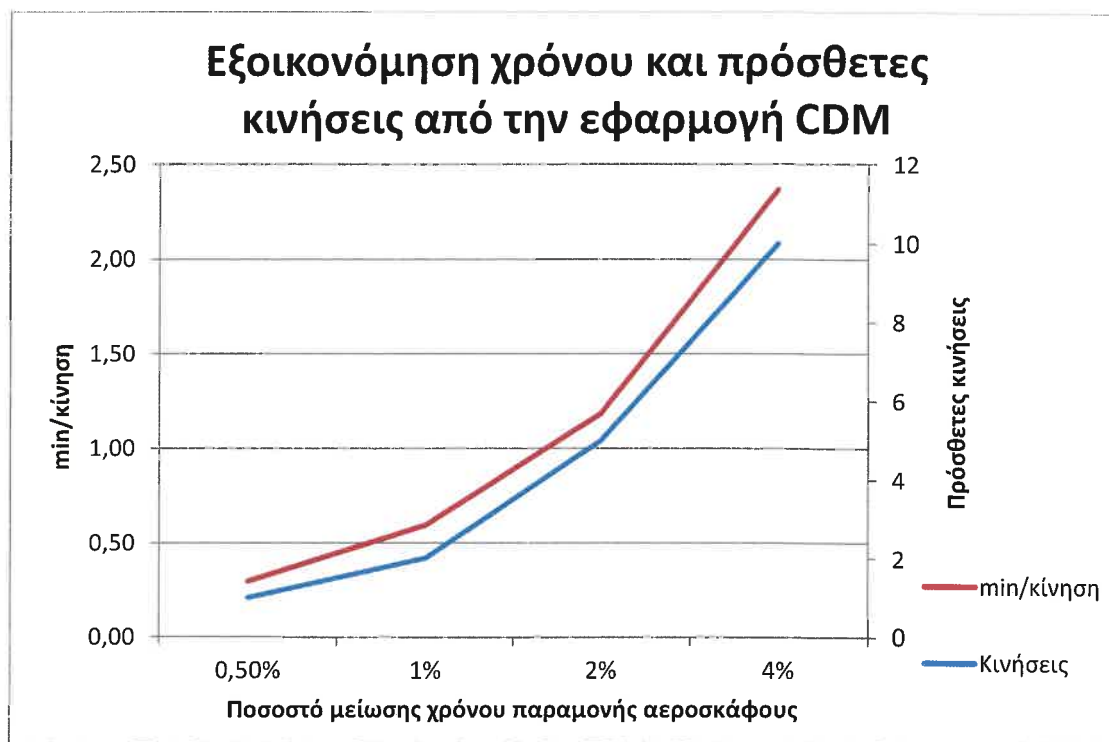
1. 0,5%
2. 1%
3. 2%
4. 4%

Από τον συντονισμό των δρομολογίων του αεροδρομίου για το 2010, έχει προκύψει η δηλωμένη χωρητικότητα που είναι 22 κινήσεις ανά ώρα, 10 αφίξεις και 12 αναχωρήσεις, οπότε προκύπτει ότι 2,73 λεπτά αντιστοιχούν στην κάθε κίνηση. Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει αναλυτικά τους υπολογισμούς των νέων χρόνων παραμονής και των πρόσθετων κινήσεων που εξάγονται για τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο μαζί, ως μέσοι όροι.

Λεπτά ανά κίνηση (60/22) (min) =			2,73
Μέσος Όρος Ιουλίου και Αυγούστου			
Μέσος Χρόνος Παραμονής (min) =			59,19
ΣΕΝΑΡΙΑ	Μείωση Χρόνου (min)	Χρόνος που εξοικονομείται ανά ώρα (min)	Αριθμός πρόσθετων αναχωρήσεων
0,50%	0,30	3,55	1
1%	0,59	7,10	2
2%	1,18	14,21	5
4%	2,37	28,41	10

Πίνακας 2 . Σενάρια μείωσης του μέσου χρόνου παραμονής στο έδαφος

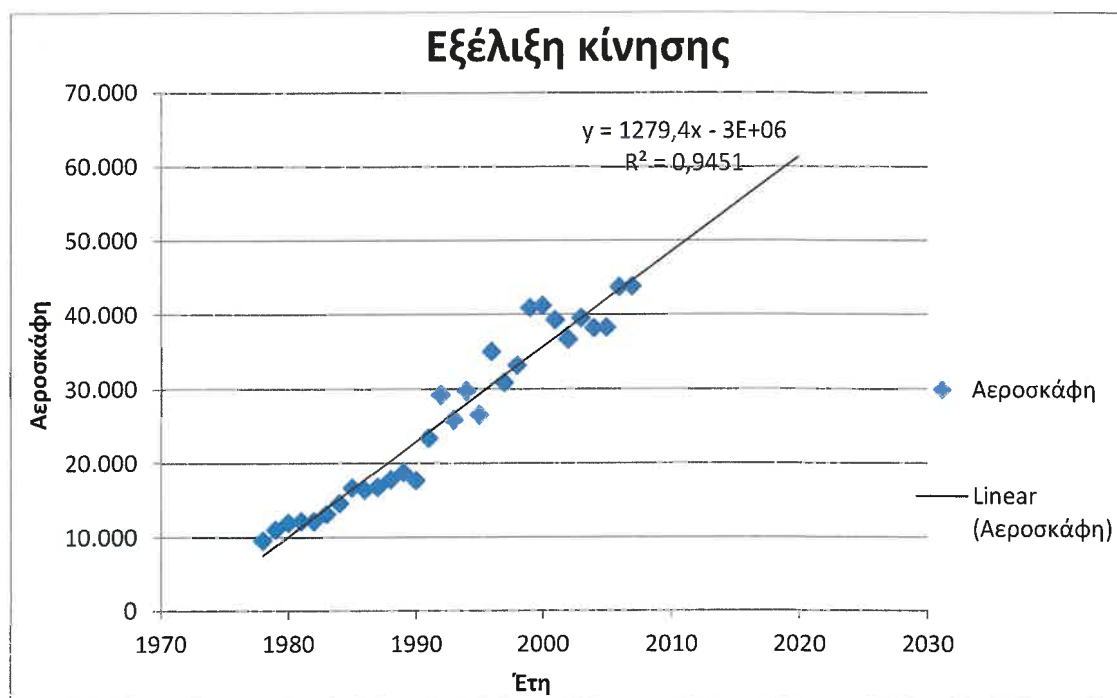
Σημειώνεται ότι ο αριθμός των πρόσθετων αναχωρήσεων έχει στρογγυλοποιηθεί προς τα κάτω καθώς θεωρούμε ότι μία πλήρης κίνηση είναι αποδεκτή από τους υπολογισμούς όταν δύναται να πραγματοποιηθεί, και όχι όταν πλησιάζει στην πραγματοποίησή της.



Γράφημα 16 . Εξοικονόμηση χρόνου και κινήσεων από την εφαρμογή μείωσης του μέσου χρόνου παραμονής αεροσκάφους στο αεροδρόμιο Ηρακλείου

Στο Γράφημα 16 παρουσιάζονται τα σενάρια μείωσης του μέσου χρόνου παραμονής αεροσκαφών στο αεροδρόμιο, με τα λεπτά ανά κίνηση που εξοικονομούνται και τις πρόσθετες κινήσεις που προκύπτουν.

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση της εξέλιξης της κίνησης στο αεροδρόμιο Ηρακλείου, με στοιχεία που εκδίδονται από την Ελληνική Υ.Π.Α. και αναφέρονται στις κινήσεις επιβατών και αεροσκαφών στην περίοδο 1978-2007. Στο Γράφημα 17 παρουσιάζεται αναλυτικά η εξέλιξη της κίνησης.



Γράφημα 17 . Εξέλιξη κίνησης 1978-2020

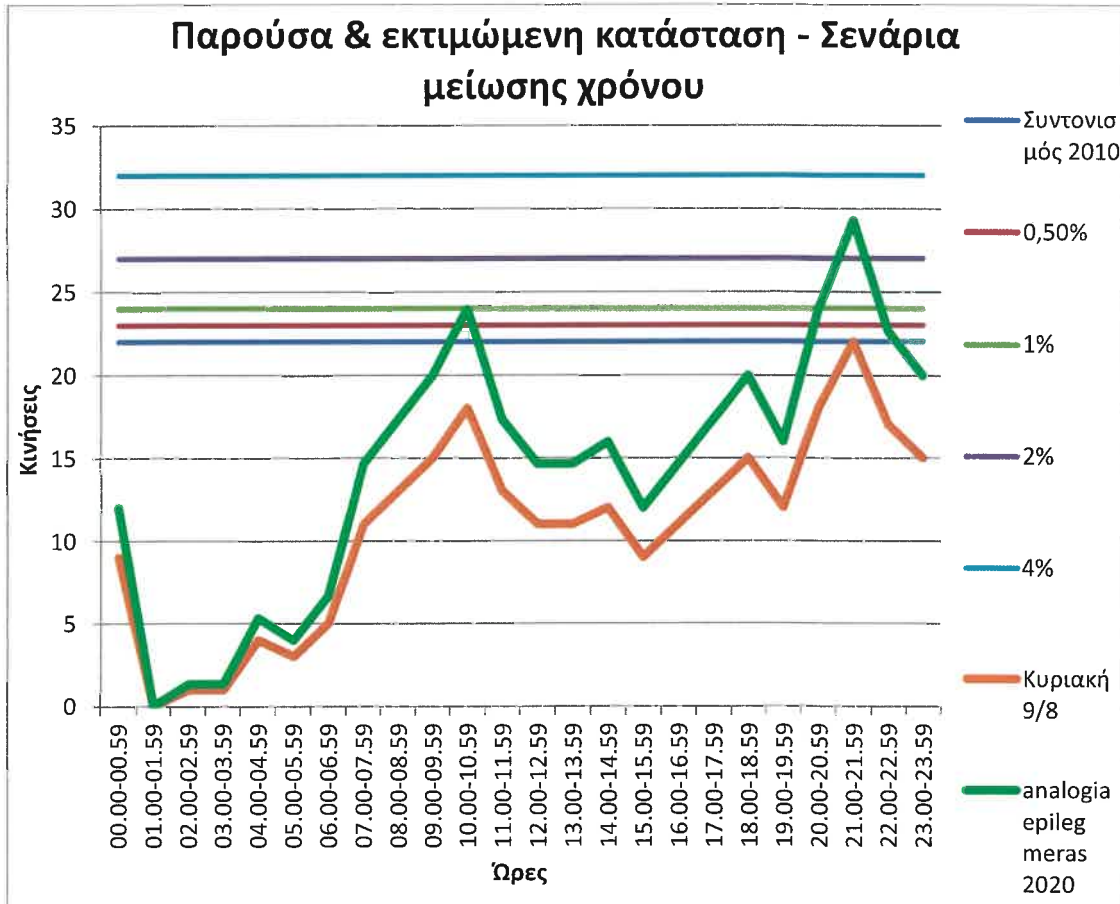
Σκοπός της μελέτης αυτής είναι να προβλεφθεί μία προσεγγιστική τιμή της κίνησης στο αεροδρόμιο το έτος 2020. Με χρήση Γραμμικής Παλινδρόμησης στο παραπάνω διάγραμμα διασποράς, δημιουργήθηκε η γραμμή τάσης της κίνησης των αεροσκαφών. Βρέθηκε ότι η κίνηση των αεροσκαφών θα είναι 61280 αεροσκάφη για το ζητούμενο έτος.

Τα παρεχόμενα στοιχεία περιέχουν και ανάλυση των κινήσεων για τα έτη 2005 και 2007 από τα οποία εξάγονται πληροφορίες για τις **τυπικές μέρες και ώρες αιχμής**. Με επεξεργασία αυτών των στοιχείων βρέθηκε το μέσο ποσοστό αεροσκαφών την **τυπική ώρα (30^η) αιχμής** ως προς την μέση ετήσια κίνηση των δύο ετών ότι είναι **0,0463%** της ετήσιας κίνησης αεροσκαφών ενώ για την **τυπική μέρα (30^η) αιχμής** το αντίστοιχο ποσοστό είναι **0,563%**.

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το έτος 2020, την τυπική ώρα αιχμής θα κινούνται στο αεροδρόμιο 28 αεροσκάφη και την τυπική μέρα 345.

Επιλέγουμε μια μέρα αιχμής από την εξεταζόμενη περίοδο που να έχει τουλάχιστον μια ώρα της μέρας 22 κινήσεις, όση είναι και η δηλωμένη χωρητικότητα του αεροδρομίου για το 2010. Αυτή είναι η Κυριακή 9/8. Στην συνέχεια, βρίσκουμε το ποσοστό κινήσεων ανά ώρα για την συγκεκριμένη μέρα (ποσοστό επιρροής της κάθε ώρας την συνολική κίνηση της μέρας) και

πολλαπλασιάζουμε με τις κινήσεις της τυπικής μέρας αιχμής ώστε να βρούμε προσεγγιστικά την ωριαία διακύμανση της κίνησης για την τυπική μέρα αιχμής το έτος 2020. Προκύπτει το Γράφημα 18.



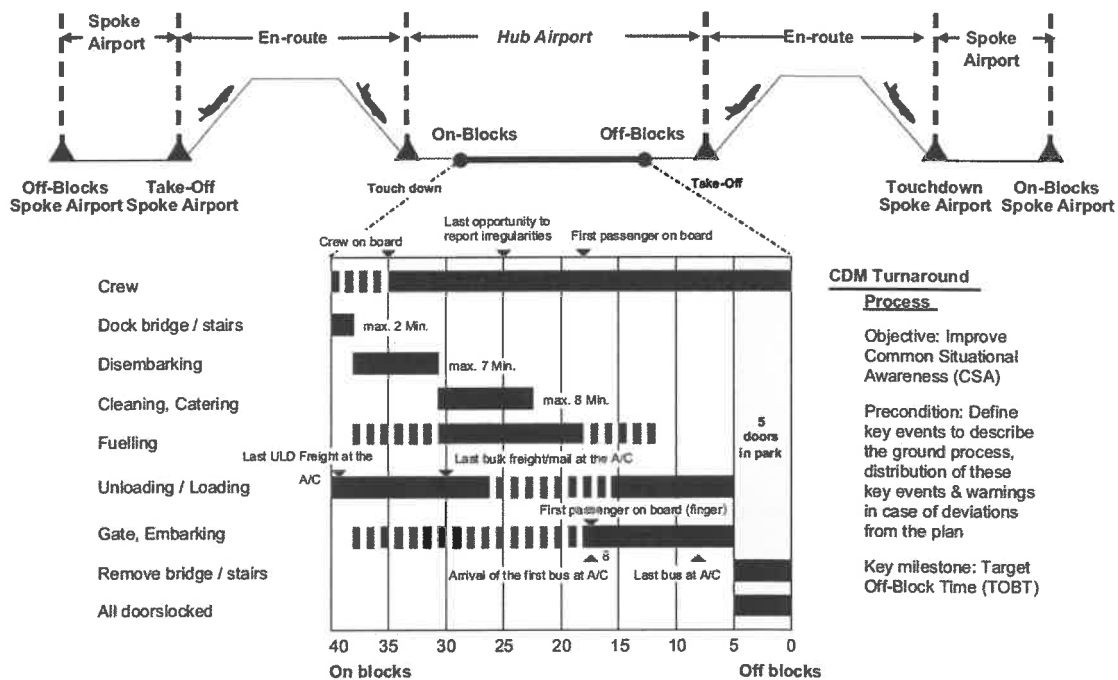
Γράφημα 18 . Παρούσα & εκτιμώμενη κατάσταση - Σενάρια μείωσης χρόνου

Στο Γράφημα 18 έχουμε παρεμβάλει την κίνηση της επιλεγμένης μέρας (Κυριακή 9/8), την εκτιμώμενη κίνηση για την τυπική μέρα αιχμής το έτος 2020, όπως επίσης και την δηλωμένη χωρητικότητα του έτους 2010 που προέκυψε από τον συντονισμό δρομολογίων και τις χωρητικότητες που προκύπτουν από τα εξεταζόμενα σενάρια μείωσης του μέσου καθαρού χρόνου παραμονής αεροσκάφους στο αεροδρόμιο.

Παρατηρούμε ότι η εκτιμώμενη κίνηση την τυπική μέρα αιχμής παρουσιάζει αιχμή 29 κινήσεων. Σύμφωνα με τα επιλεγμένα σενάρια , θα πρέπει το ποσοστό μείωσης του μέσου χρόνου παραμονής αεροσκάφους να υπερβαίνει το 2%, το οποίο μας δίνει συνολικά 27 κινήσεις. Αυτό αντιστοιχεί από το Γράφημα 16 σε

μείωση χρόνου παραπάνω από 1,18 λεπτά ανά κίνηση, χρόνος που θεωρείται αρκετά μεγάλος για να επιτευχθεί. Αυτό μπορούμε να το ισχυριστούμε από την στιγμή που ένα διάστημα χρόνου εξοικονόμησης της τάξης του μισού λεπτού θεωρείται πολύτιμο και ιδιαίτερος δύσκολο να επιτευχθεί.

Στην Εικόνα 15 παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθείται από ένα αεροσκάφος με παρακολούθηση της πτήσης σε πραγματικό χρόνο, με στόχο να φανεί η αδυναμία να εξοικονομηθούν με ευκολία χρονικές περιόδους της τάξης του ενός λεπτού.



Εικόνα 15 . Διαδικασία turnaround αεροσκάφους [16]

Κατανοώντας την δυσκολία να συντονιστούν όλα τα εμπλεκόμενα μέρη σε έναν κοινό άξονα κατεύθυνσης σε ότι αφορά την συνολική λειτουργία του αερολιμένα, ένα σενάριο της μείωσης του χρόνου παραμονής των αεροσκαφών στο έδαφος κατά 1 λεπτό ανά αναχώρηση φαντάζει μη ρεαλιστικό.

Κεφάλαιο 5 . Συμπεράσματα

Συμπεράσματα

Το συμπέρασμα που εξάγεται από την εφαρμογή είναι ότι με την πλήρη εφαρμογή του ACDM στο αεροδρόμιο του Ηρακλείου, τα οφέλη από την συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων μερών, από την ανταλλαγή στοιχείων και από το ξεκάθαρο πλάνο λειτουργίας που αυτό εγκαθιστά, είναι μεγάλης σημασίας για το αεροδρόμιο. Όπως φάνηκε και στην μελέτη, απαιτείται μείωση της τάξης του 1,5 λεπτού ανά κίνηση ώστε το έτος 2020 η εκτιμώμενη κίνηση την τυπική μέρα αιχμής να μην υπερβαίνει την δηλωμένη χωρητικότητα του αεροδρομίου. Κάτι τέτοιο φαντάζει ιδιαίτερος δύσκολο να πραγματοποιηθεί όταν γνωρίζουμε πως οι αεροπορικές εταιρίες καταβάλλουν προσπάθεια καθημερινά για να μειώσουν τους χρόνους των διαφόρων εργασιών τους, όπως της προετοιμασίας του αεροσκάφους, αλλά μπορούμε να ισχυριστούμε πως το ACDM δύναται να διευκολύνει την λειτουργία του αεροδρομίου γενικά, καθώς προσφέρει σημαντικό αριθμό πρόσθετων κινήσεων, ενώ για την εξεταζόμενη περίπτωση του έτους 2020, οι 29 κινήσεις που υπολογίστηκαν θεωρείται μεγάλος αριθμός αφού είναι 25% μεγαλύτερος από την δηλωμένη χωρητικότητα του 2010 και το επιλεγμένο μοντέλο που επιλέχθηκε για την πρόβλεψη της μελλοντικής ωριαίας διακύμανσης είναι πολύ δυσμενές.

Σύγκριση για τα αποτελέσματα που εξάγονται στην περίπτωση μας θα μπορούσε να γίνει με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της εφαρμογής στο αεροδρόμιο του Μονάχου, το μοναδικό αεροδρόμιο μέχρι στιγμής όπου το ACDM εφαρμόζεται πλήρως αυτή την στιγμή. Παρ' όλα αυτά, αυτό είναι αδύνατο λόγω της ανομοιοότητας των δύο αερολιμένων σε όλα τους τα χαρακτηριστικά, ξεκινώντας από την διάταξη, τον αριθμό και το μέγεθος των διαδρόμων και των λοιπών υποσυστημάτων, τις κτιριακές υποδομές και τον τρόπο λειτουργίας τους και καταλήγοντας στην διακύμανση και ποσότητα της κίνησης που εξυπηρετούν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι στο Μόναχο το ACDM μειώνει σημαντικά τον χρόνο τροchioδρόμησης, κάτι πολύ σημαντικό για ένα αεροδρόμιο με αυτή την έκταση και τον αριθμό διαδρόμων, ενώ στο Ηράκλειο όπου τα δάπεδα στάθμευσης είναι σημαντικά λιγότερα, άρα και πιο κοντά στον διάδρομο, δεν είναι χρήσιμο να επιδιώκεται κάτι αντίστοιχο.

Μπορούμε να ισχυριστούμε πως για εύλογο χρονικό διάστημα, μικρότερο της 10ετίας, το ACDM δίνει την δυνατότητα να παραταθεί μια ούτως ή άλλως αναγκαία επέκταση των υποδομών του αεροδρομίου καθώς θα αξιοποιούνται καλύτερα οι ήδη υπάρχουσες. Η βελτιωμένη εκμετάλλευση τους αυξάνει την χωρητικότητα του αεροδρομίου, και μάλιστα για ένα σημαντικό χρονικό ορίζοντα αυτή η βελτίωση επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες που θα δημιουργηθούν από την ενδεχόμενη αύξηση της κίνησης. Το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του ACDM είναι πολύ μικρότερο από το κόστος κατασκευής νέων υποδομών, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, και η σωστή και πλήρης εφαρμογή του σε μικρά, περιφερειακά και εποχικά αεροδρόμια, όπως του Ηρακλείου, αποτελεί πολύ σημαντική λύση σε προβλήματα συμφόρησης τα οποία σε άλλη περίπτωση θα απαιτούσαν λύσεις υψηλού κόστους και ρίσκου.

Το ACDM είναι ένας μηχανισμός λειτουργίας που προωθεί την συνεργασία των εμπλεκόμενων φορέων και μεγιστοποιεί τον βαθμό εκμετάλλευσης των υποδομών ενός αεροδρομίου. Από την στιγμή που το κόστος εγκατάστασης του είναι σχετικά μικρό, αποτελεί έναν ενδεδειγμένο τρόπο βελτίωσης της γενικότερης λειτουργίας του αεροδρομίου. Αυτό ασφαλώς ισχύει μεσοπρόθεσμα καθώς η συνεχώς αυξανόμενη κίνηση, κάποια στιγμή θα προκαλέσει και πάλι συμφόρηση στο αεροδρόμιο, άρα θα οδηγήσει σε αναγκαστική επέκταση των υποδομών. Για το αεροδρόμιο Ηρακλείου, πιο συγκεκριμένα, αυτός είναι και ο λόγος που μελετάται η κατασκευή καινούριου αερολιμένα στο Καστέλι, στην θέση του στρατιωτικού αεροδρομίου.

Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία θα μπορούσε να διερευνηθεί με χρήση μεγαλύτερης βάσης δεδομένων καθώς η επιλεγμένη περίοδος Ιουλίου και Αυγούστου 2009 που μελετήθηκε αποτελεί σχετικά μικρή χρονική περίοδο για να εξαχθούν απόλυτα αποτελέσματα και συμπεράσματα.

Επίσης, θα μπορούσε να εμπλουτιστεί με στοιχεία καθυστερήσεων για όλες τις πτήσεις με σκοπό να βρεθούν οι ακριβείς λόγοι καθυστέρησης και να γίνει περισσότερο ξεκάθαρο σε ποιες περιπτώσεις μπορεί να επέμβει η εφαρμογή του ACDM και με ποιον τρόπο.

Επιπλέον, είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί και συγκριτική οικονομικοτεχνική μελέτη, σχετικά με την εγκατάσταση του ACDM στον Διεθνή Αερολιμένα Ηρακλείου σε άμεση σχέση με την δημιουργία νέου αερολιμένα ή επέκταση των ήδη υπάρχουσών υποδομών του υφιστάμενου αερολιμένα.

Τέλος, πολύ χρήσιμο θα ήταν να πραγματοποιηθεί μελέτη ωφελειών μετά την εγκατάσταση του ACDM στον Διεθνή Αερολιμένα Ηρακλείου ώστε να φανεί συγκριτικά η χρησιμότητα της εφαρμογής αλλά και να γίνει ορθότερη αξιολόγηση του Μηχανισμού, ειδικότερα για περιφερειακά αεροδρόμια που παρουσιάζουν εποχική διακύμανση της κίνησης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βούλα Ψαράκη-Καλουπτσίδη, 2009. Συστήματα Αεροδρομίων, Μελέτη-Σχεδιασμός-Διαχείριση
2. CDM Synopsis, 26/08/96, διαθέσιμο στο : <http://cdm.fly.faa.gov/whatscdm/cdmdocs/cdmsynopsis.doc>
3. Amsterdam Paper, 10/01/97, διαθέσιμο στο : <http://cdm.fly.faa.gov/whatscdm/cdmdocs/amsterdam.zip>
4. CDM Generic Brief, 1998, διαθέσιμο στο : <http://cdm.fly.faa.gov/whatscdm/cdmdocs/cdmpres.zip>
5. Traffic Flow Management - CDM Concept & Description , 18/12/00, διαθέσιμο στο : <http://cdm.fly.faa.gov/whatscdm/cdmdocs/TFM%20Vision.ppt>
6. cdm_implementation_manual, March 2010, διαθέσιμο στο : http://www.euro-cdm.org/library/cdm_implementation_manual.pdf
7. cdm_leaflet , February 2010, διαθέσιμο στο : http://www.euro-cdm.org/library/cdm_leaflet.pdf
8. A-CDM - ATH Data Analysis Final Report , 21/11/05, διαθέσιμο στο : http://www.euro-cdm.org/library/airports/athens/final_report_ath_v5.pdf
9. Airport CDM Munich Results 2009_final English version.doc, 15/3/10, διαθέσιμο στο : http://www.euro-cdm.org/library/airports/munich/airport_cdm_munich_results_2009.pdf
10. Airport CDM Impact Assessment, 12/03/10, διαθέσιμο στο : http://www.eurocontrol.int/eec/gallery/content/public/documents/newsletter/2010/issue_1/EEC_Note_10-009_A-CDM_Network_impact_assessment.pdf
11. Στοιχεία Κίνησης Ηρακλείου Ιούλιος-Αύγουστος 2009, Τμήμα Στατιστικής Υ.Π.Α. Δ10/Γ, 05/07/10
12. Φορέας Διαχείρισης Αερολιμένα Ηρακλείου
13. <http://www.ypa.gr/content/index.asp?tid=193>
14. <http://www.hcaa-eleng.gr/herakdat.htm#airdata>

15. <http://worldaerodata.com/wad.cgi?id=GR91005&sch=LGIR>
16. Stefan Auerbach, Benjamin Koch, Cooperative approaches to managing air traffic efficiently—the airline perspective, *Journal of Air Transport Management* 13 (2007) 37–44