

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΕΡΟΔΙΑΔΡΟΜΩΝ, ΑΕΡΟΣΤΑΘΜΩΝ ΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΑΕΡΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΜΠΑΡΔΑΚΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΠΟΛΥΖΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την πτυχιακή εργασία που εκπονήθηκε στο τμήμα μηχανολόγων μηχανικών Τ.Ε του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας και αναφέρεται στην μελέτη και τον σχεδιασμό των αεροδρομίων. Αρχίζοντας από τις εγκαταστάσεις και το πώς αυτές πρέπει να σχεδιαστούν , έτσι ώστε να πληρούν όλες τις προϋποθέσεις , να είναι ασφαλείς για τους επιβάτες και ταυτόχρονα να εξυπηρετούν και να διευκολύνουν όλες τους τις ανάγκες σε συνδυασμό με άλλες ανάγκες του αεροδρομίου (π.χ οικονομικά οφέλη). Επίσης , αναφέρεται στην μελέτη των αεροδιαδρόμων και στα βοηθητικά συστήματα του αεροδρομίου.

Για ην εργασία ευχαριστούμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Απόστολο Πολυζάκη , αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος μηχανολόγων μηχανικών Τ.Ε , για την πολύτιμη βοήθεια κα καθοδήγηση που μας προσέφερε για την υλοποίηση της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	2
1 Τροχόδρομοι και βοηθητικά συστήματα	2
1.1 Κατάταξη αεροδρομίων - διαδρόμων	2
1.1.1 Κατάταξη κατά ICAO	2
1.1.2 Κατάταξη κατά FAA.....	2
1.2 Διάδρομοι - Στοιχεία Γεωμετρίας.....	3
1.2.1 Μήκος διαδρόμου	3
1.2.2 Διαστάσεις χαρακτηριστικών στοιχείων/περιοχών διαδρόμου κατά ICAO.....	5
1.2.3 Διαστάσεις χαρακτηριστικών στοιχείων/περιοχών διαδρόμου κατά FAA	6
1.2.4 Κατά πλάτος κλίσεις	7
1.2.5 Η κατά μήκος τομή διαδρόμου.....	7
1.2.6 Η κατά πλάτος τομή τροχοδρόμου	9
1.3 Γεωμετρικός σχεδιασμός τροχοδρόμων	10
1.3.1 Σχεδιασμός συμβολής τροχοδρόμων (κόμβοι διασταύρωσης)	11
1.3.2 Κάθετη σύνδεση παράλληλων τροχόδρομων με δυνατότητα κίνησης και στις δύο κατευθύνσεις.....	11
1.4 Προσδιορισμός θέσης και αριθμού εξόδων	11
1.5 Χρόνος κατάληψης διαδρόμου	13
1.6 Δάπεδο ή Ποδιά στάθμευσης.....	14
1.6.1 Σχεδιασμός δαπέδου στάθμευσης αεροσκαφών.....	14
1.7 Κόλποι αναμονής.....	16
1.8 Σήμανση διαδρόμων	16
1.8.1 Φωτεινή σήμανση.....	16

1.8.2	Φώτα ένδειξης γωνίας προσέγγισης αεροσκάφους	17
1.8.3	Φώτα προσέγγισης αεροσκάφους στο διάδρομο	18
1.8.4	Φώτα σήμανσης χαρακτηριστικών σημείων διαδρόμου	19
1.9	Φώτα δαπέδου στάθμευσης αεροσκαφών.....	21
1.10	Οριζόντια σήμανση διαδρόμου.....	21
1.11	Οριζόντια σήμανση τροχοδρόμου.....	22
1.12	Βοηθήματα ραδιοπλοήγησης.....	23
1.12.1	Βοηθήματα κατά την προσέγγιση, προσγείωση και αναχώρηση	23
1.12.2	Βοηθήματα μικρής-απόστασης	25
1.12.3	Ραδιοφάροι.....	25
1.12.4	Δορυφορικό σύστημα παγκόσμιας πλοήγησης	25
1.12.5	Βοηθήματα μέτρησης απόστασης.....	26
1.12.6	Άλλα βοηθήματα	26
1.12.7	Ραδιοβοηθήματα επικοινωνίας.....	27
1.13	Κατάσταση επιφάνειας δαπέδων.....	27
1.13.1	Σύστημα Διαχείρισης Οδοστρωμάτων Αεροδρομίων	28
1.14	Καθυστερήσεις πεδίου ελιγμών.....	30
1.14.1	Χαρακτηριστικά των καθυστερήσεων στην εναέρια υποδομή.....	31
1.14.2	Συνέπειες πολιτικών και πρακτικές οδηγίες	32
1.14.3	Ετήσια χωρητικότητα συστήματος διαδρόμων.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	36
2	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΥΡΓΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	36
2.1	Έλεγχος εναέριας κυκλοφορίας.....	36
2.1.1	Σύντομη ιστορία και εξέλιξη του ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας	37
2.1.2	Κανόνες πτήσης σύμφωνα με τον ICAO	38
2.1.3	Δομή του εναέριου χώρου του FIR Αθηνών	39
2.2	Αεροδιάδρομοι.....	39
2.2.1	Η αναγκαιότητα των αεροδιαδρόμων.....	39
2.2.2	Οι πρώτοι διεθνείς αεροδιάδρομοι.....	40
2.2.3	Διάκριση των αεροδιαδρόμων κατά το σύστημα VOR	40
2.3	Πλοήγηση περιοχής (RNAV).	41
2.3.1	Η Eurocontrol	41
2.3.2	Περιοχή Πληροφοριών Πτήσεων (FIR)	42
2.4	Διαδικασίες του συστήματος έλεγχου εναέριας κυκλοφορίας (eek)	42
2.4.1	Σχέδιο Πτήσης.....	42
2.4.2	Έλεγχος Προσέγγισης.....	43

2.4.3	Πύργος Ελέγχου Αεροδρομίου	44
2.5	Επικοινωνίες έλεγχου εναέριας κυκλοφορίας	45
2.5.1	Τηλεπικοινωνίες Αέρα – Εδάφους.....	45
2.5.2	Συστήματα που χρησιμοποιούν τα αεροσκάφη κατά την εναέρια διαδρομή τους .	45
2.5.3	Συστήματα καθοδήγησης τερματικής περιοχής.....	46
2.5.4	Σύστημα ενόργανης προσγείωσης με μικροκύματα MLS	47
2.5.5	Ραντάρ ακριβούς προσέγγισης.....	48
2.5.6	Ραντάρ εποπτείας αεροδρομίου	48
2.5.7	Σύστημα ανίχνευσης επιφάνειας αεροδρομίου	49
2.5.8	Αρχή Λειτουργίας του Ραντάρ	49
2.5.9	Πλεονεκτήματα του Ραντάρ στον Έλεγχο Εναέριας Κυκλοφορίας	50
2.6	Συστήματα καθοδήγησης εναέριας κυκλοφορίας	50
2.6.1	Συστήματα που χρησιμοποιούν τα Αεροσκάφη κατά την Εναέρια διαδρομή τους	51
2.6.2	Η εξέλιξη των συστημάτων εεκ	52
2.6.3	Κέντρο ελέγχου περιοχής	53
2.6.4	Κέντρο ελέγχου προσέγγισης	54
2.6.5	Σύστημα πληροφοριών αεροδρομίου	55
2.7	Χρονικοί και χωρικοί κανόνες διαχωρισμού	55
2.7.1	Πρότυπα διαχωρισμού	55
2.7.2	Κατακόρυφος διαχωρισμός.....	56
2.7.3	Πλευρικός διαχωρισμός	56
2.7.4	Διαμήκης διαχωρισμός.....	56
2.7.5	Διαδικασία κράτησης (holding)	56
2.7.6	Διαχωρισμός λόγω αναταράξεων που προκαλούνται από τα αεροσκάφη.....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	57
3	Κτιριακές υποδομές.....	57
3.1	Αεροσταθμοί επιβατών	57
3.1.1	Εισαγωγή.....	57
3.1.2	Αρχές σχεδιασμού	58
3.1.3	Κατακόρυφη ανάπτυξη κτηρίου αεροσταθμού	60
3.1.4	Διαστασιολόγηση κτηρίου αεροσταθμού	62
3.2	Η διαδικασία εξυπηρέτησης.....	64
3.2.1	Εξυπηρέτηση Επιβατών	64
3.2.2	Λειτουργίες και εργασίες κατά την επίγεια εξυπηρέτηση αεροσκαφών	67
3.2.3	Εξοπλισμός για τις εργασίες επίγεια εξυπηρέτησης	67

3.2.4	Επίγεια μεταφορά επιβατών	68
3.2.5	Χειρισμός Αποσκευών	71
3.2.6	Μη αεροναυτικές υπηρεσίες	72
3.3	Εμπορευματικοί αεροσταθμοί	73
3.3.1	Πρακτικές logistics	75
3.3.2	Σχεδιαστικά χαρακτηριστικά των εμπορευματικών αεροσταθμών.....	76
3.3.3	Συμπεράσματα.....	78
3.4	Απαιτήσεις λειτουργίας αεροδρόμιων.....	79
3.4.1	Εισαγωγή.....	79
3.4.2	Αρχές και μεθοδολογία σχεδιασμού κτηριακών και λοιπών εγκαταστάσεων	80
3.4.3	Λειτουργίες, χώροι και εγκαταστάσεις ενός αεροσταθμού.....	81
3.4.4	Μορφές διάταξης και ανάπτυξης αεροσταθμών	82
3.4.5	Απαιτούμενη επιφάνεια κτηρίου επιβατών.....	83
3.5	Διαστασιολόγηση των διαφόρων χώρων και εγκαταστάσεων ενός αεροσταθμού	84
3.5.1	Οι προδιαγραφές της IATA	84
3.5.2	Ράμπα αφίξεων / αναχωρήσεων οχημάτων για πρόσβαση στο αεροδρόμιο	85
3.5.3	Προθάλαμος αναχωρήσεων	86
3.5.4	Διάδρομος κυκλοφορίας επιβατών.....	86
3.5.5	Αίθουσα αναχωρήσεων.....	87
3.5.6	Υγειονομικός έλεγχος αφίξεων εξωτερικού	87
3.5.7	Αίθουσα παραλαβής αποσκευών.....	87
3.5.8	Τελωνείο αφίξεων.....	88
3.5.9	Αίθουσα αφίξεων.....	89
3.5.10	Εφαρμογή στη διαστασιολόγηση των χώρων και εγκαταστάσεων ενός αεροδρομίου	89
3.6	Διάταξη κτιρίων επιβατών.....	90
3.6.1	Απαιτήσεις συστήματος για το κτίριο επιβατών	90
3.6.2	Κτήριο και εγκαταστάσεις πυροσβεστικής.....	92
3.6.3	Κτήριο αστυνομίας	93
3.6.4	Κεντρικό κτίριο με δακτύλους	94
3.6.5	Κεντρικό κτίριο με δορυφόρους με ή χωρίς δακτύλους	95
3.6.6	Κτήρια στο μέσο παράλληλων διαδρόμων - Μεσοπέδια κτίρια.....	95
3.6.7	Γραμμικά κτίρια με μία πλευρά στην εναέρια υποδομή	97
3.6.8	Κεντρικό κτίριο και μεταφορά των επιβατών με ειδικά οχήματα	98
3.7	Λεπτομερής σχεδιασμός κτηρίου επιβατών	99
3.7.1	Προδιαγραφές σχεδιασμού	100

3.7.2	Ανίχνευση των «κρίσιμων περιοχών»	102
3.7.3	Προσομοίωση του κτιρίου επιβατών	103
3.8	Αίθουσες αναμονής αναχωρήσεων.....	103
3.9	Χώροι παραλαβής αποσκευών.....	104
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4		
Συμπεράσματα και περαιτέρω εργασία .		
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	105
	ΑΝΑΦΟΡΕΣ	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη και σχεδιασμός αεροδιαδρόμων , αεροσταθμών και συστημάτων εναέριας κυκλοφορίας .

Ιστορικά , η κατασκευή του πρώτου αεροδρομίου έγινε από τους αδερφούς Ράιτ στη Βόρεια Καρολίνα των ΗΠΑ . Ο διάδρομος προσγείωσης ήταν δύο ράγες πάνω στις οποίες γλιστρούσε ένα πέδιλο που είχε το αεροπλάνο αντί για ρόδες . Το μικρό βάρος των αεροπλάνων επέτρεπε αυτού του είδους την προσγείωση .

Από τότε οι ανάγκες για χρήση αεροσκαφών έχουν αυξηθεί κατά πολύ όπως εξίσου και τα αεροδρόμια που αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι της κάθε χώρας. Οι εγκαταστάσεις των αεροδρομίων αλλάζουν συνεχώς λόγω των περισσότερων αναγκών των επιβατών καθώς και την ανάγκη εξυπηρέτησης περισσότερων ανθρώπων.

Η μελέτη και ο σχεδιασμός ενός αεροδρομίου είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, διότι είναι πολλοί οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Η παρακάτω εργασία αναφέρεται λεπτομερώς στην μελέτη και τον σχεδιασμό των αεροδιαδρόμων , αεροσταθμών και των συστημάτων εναέριας κυκλοφορίας . Η εργασία αυτή έχει χωριστεί σε τρεις μεγάλες ενότητες

Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στους διαδρόμους, τους τροχοδρόμους και τα βοηθητικά συστήματα. Η πιο σοβαρή ίσως απόφαση στον σχεδιασμό ενός αεροδρομίου είναι ο καθορισμός του μήκους που θα έχει ο διάδρομος , διότι καθορίζει τις διαστάσεις του αεροδρομίου γενικότερα . Η απόφαση αυτή υλοποιείται από νομογραφήματα λαμβάνοντας υπόψη τι αεροσκάφη θα χρησιμοποιούνται και ανάλογα την θερμοκρασία και το υψόμετρο της περιοχής . Επόμενο βήμα είναι ο σχεδιασμός των τροχοδρόμων ο οποίος εξαρτάται από τον όγκο της εναέριας κυκλοφορίας. Στο τέλος του κεφαλαίου αυτού γίνεται μια λεπτομερής αναφορά στην σήμανση των διαδρόμων και των τροχοδρόμων και στον σημαντικό ρόλο που έχουν , δίνοντας σημαντικές και χρήσιμες πληροφορίες στους πιλότους.

Το 2^ο κεφάλαιο επικεντρώνεται στα συστήματα πύργου ελέγχου και στον έλεγχο εναέριας κυκλοφορίας . Λόγω της συνεχής ανάπτυξης του αερομεταφορικού έργου κατέστη γρήγορα αντιληπτό ότι υπάρχει μια ανάγκη διαχείρισης του εναέριου χώρου για την διευκόλυνση των πτήσεων καθώς και την παροχή της απαραίτητης ασφάλειας. Η επικοινωνίες αέρα – εδάφους είναι αναγκαίες καθώς παρέχουν χρήσιμες οδηγίες κατά την διαδρομή των αεροσκαφών .

Στο 3^ο και τελευταίο κεφάλαιο αναλύονται οι κτηριακές υποδομές. Οι οποίες έχουν ως σκοπό την καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση των επιβατών, την ικανοποιητική εξυπηρέτηση των αεροπορικών εταιριών και την τήρηση των κανονισμών ασφάλειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Τροχόδρομοι και βοηθητικά συστήματα

1.1 Κατάταξη αεροδρομίων - διαδρόμων

1.1.1 Κατάταξη κατά ICAO

Η κατάταξη των αεροδρομίων κατά ICAO γίνεται με ένα κωδικό αναφοράς που σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά των αεροσκαφών τα οποία το αεροδρόμιο μπορεί να εξυπηρετήσει (μήκος αναφοράς διαδρόμου, άνοιγμα των πτερύγων και εξωτερική απόσταση μεταξύ των κύριων τροχών).

Ο κωδικός αναφοράς απαρτίζεται από ένα κωδικό αριθμό που αναφέρεται στο μήκος αναφοράς του διαδρόμου και ένα κωδικό γράμμα που αναφέρεται τόσο στο μέγιστο άνοιγμα των φτερών όσο και στο μέγιστο πλάτος (εξωτερική απόσταση) των κύριων τροχών. Ο κωδικός αριθμός λαμβάνει τιμές από 1 έως 4 ενώ το κωδικό γράμμα τα γράμματα από A έως F.

Έτσι η κατάταξη ενός αεροδρομίου μπορεί να είναι 4D που υποδηλώνει ότι ο διάδρομος μπορεί να εξυπηρετήσει αεροσκάφη που απαιτούν μήκος διαδρόμου μεγαλύτερο των 1800 m, έχουν μέγιστο άνοιγμα φτερών εντός του εύρους των 36 m έως < 52 m, και μέγιστο πλάτος κύριων τροχών εντός του εύρους των 9 m έως < 14 m.

1.1.2 Κατάταξη κατά FAA

Κατά την FAA, τα αεροδρόμια κατατάσσονται σύμφωνα με τον κώδικα σχεδιασμού διαδρόμου (Runway Design Code, RDC), ο οποίος παρέχει πληροφορίες ότι παρέχονται κάποια πρότυπα σχεδιασμού. Ο κώδικας σχεδιασμού αεροδρομίων (RCD) απαρτίζεται από τρία συστατικά, την κατηγορία προσέγγισης αεροσκάφους (Aircraft Approach Category, AAC), την σχεδιαστική ομάδα αεροσκάφους (Airplane Design Group, ADG) και τα ελάχιστα εύρη ορατότητας διαδρόμου (RVR).

Η κατηγορία προσέγγισης αεροσκάφους (AAC), συστατικό του κώδικα σχεδιασμού διαδρόμου (RDC), απεικονίζεται με ένα γράμμα από το A έως το E και σχετίζεται με την ταχύτητα προσέγγισης αεροσκάφους.

Η σχεδιαστική ομάδα αεροσκάφους (ADG), συστατικό του κώδικα σχεδιασμού διαδρόμου (RDC), απεικονίζεται με ένα λατινικό αριθμό από το I έως το V και σχετίζεται με το ύψος της ουράς του αεροσκάφους και το άνοιγμα των φτερών.

Τα ελάχιστα εύρη ορατότητας διαδρόμου (RVR), συστατικό του κώδικα σχεδιασμού διαδρόμου (RDC), εξαρτώνται από το ύψος στο οποίο βρίσκεται το αεροσκάφος.

Έτσι ένα κύριο αεροδρόμιο κατατάσσεται βάσει του διαδρόμου του με κωδικού σχεδιασμού διαδρόμου RDC οποίος μπορεί να έχει τα χαρακτηριστικά E-V-1200. Ένα

σε ένα άλλο αεροδρόμιο, γενικής χρήσης, τα χαρακτηριστικά του RDC μπορεί να είναι B-11-2400.

Κατά την FAA οι τροχοδρόμοι (κύριοι και βοηθητικοί) επίσης κατηγοριοποιούνται βάσει της ομάδας σχεδιασμού τροχοδρόμου (TaxiwayDesignGroup, TDG). Η ομάδα σχεδιασμού τροχοδρόμου σχετίζεται με το πλάτος των κύριων τροχών και την απόσταση του πιλοτηρίου από τους κύριους τροχούς.

1.2 Διάδρομοι - Στοιχεία Γεωμετρίας

1.2.1 Μήκος διαδρόμου

Ο καθορισμός ή επιλογή του μήκους του διαδρόμου είναι ίσως η πιο σοβαρή απόφαση στο σχεδιασμό ενός αεροδρομίου, δεδομένου ότι καθορίζει ουσιαστικά τις διαστάσεις του αεροδρομίου γενικότερα.

Το μήκος του διαδρόμου εξαρτάται τόσο από τις χαρακτηριστικές αποδόσεις των αεροσκαφών που πρόκειται να τον χρησιμοποιήσουν (ουσιαστικά τύπο αεροσκάφους) όσο και από: α) το βάρος του αεροσκάφους κατά την απογείωση και την προσγείωση, β) το υψόμετρο και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος του αεροδρομίου και γ) την κλίση του διαδρόμου.

Σημειώνεται ότι σαν αντιπροσωπευτική θερμοκρασία περιβάλλοντος του αεροδρομίου για τον υπολογισμό του μήκους του διαδρόμου, λαμβάνεται η μέση μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία των θερμότερου μήνα του έτους.

Το μήκος του διαδρόμου μπορεί, σε στάδιο προμελέτης, να υπολογισθεί από το μήκος αναφοράς του διαδρόμου. Ως μήκος αναφοράς διαδρόμου ορίζεται το μήκος διαδρόμου ανοιγμένο στο επίπεδο της θάλασσας, σε θερμοκρασία 15° C και κλίση διαδρόμου 0%.

Το ακριβές και τελικό μήκος του διαδρόμου υπολογίζεται πάντοτε από νομογραφήματα βάσει των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων των αεροσκαφών που πρόκειται να χρησιμοποιήσουν το συγκεκριμένο αεροδρόμιο, το υψόμετρο και τη θερμοκρασία της θέσης, όπως περιγράφεται παρακάτω.

Υπολογισμός μήκους διαδρόμου από νομογραφήματα

Οι κατασκευαστές των αεροσκαφών, σε συνεργασία με την FAA, έχουν αναπτύξει νομογραφήματα για όλους τύπους των αεροσκαφών από τα οποία υπολογίζεται το απαιτούμενο μήκος διαδρόμου κατά την απογείωση αλλά και κατά την προσγείωση. Τα νομογραφήματα αυτά χρησιμοποιούν ως μεταβλητές το βάρος του αεροσκάφους κατά την απογείωση, ή κατά την προσγείωση, και το υψόμετρο της θέσης του αεροδρομίου, για συγκεκριμένη ατμοσφαιρική θερμοκρασία.

α) Υπολογισμός μήκους διαδρόμου αεροσκάφη μέγιστου πιστοποιημένου μικτού φορτίου κατά την απογείωση > 27.200 kg (60.000 Ib)

Τα νομογραφήματα για τον υπολογισμό του απαιτούμενου μήκους κατά την απογείωση και κατά την προσγείωση αναπτύχθηκαν από τους κατασκευαστές για μία τυπική ημερήσια θερμοκρασία (SDT) η οποία σχετίζεται με το υψόμετρο και με την ατμοσφαιρική πίεση. Η συσχέτιση SDT και υψομέτρου, σύμφωνα με τις ατμοσφαιρικές παραμέτρους κατά ISA (International Standard Atmosphere). Η SDT για συγκεκριμένο υψόμετρο είναι επίσης γνωστή και ως θερμοκρασία ISA.

Πλην των νομογραφημάτων για την τυπική ημερήσια θερμοκρασία οι κατασκευαστές παρέχουν και συμπληρωματικά νομογραφήματα για μία θερμοκρασία μεγαλύτερη της SDT ή ISA (συνήθως +15°C ή 17°C). Τόσο το νομογράφημα για την τυπική θερμοκρασία, όσο και το νομογράφημα με την μεγαλύτερη θερμοκρασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν η μέση μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία δεν υπερβαίνει την SDT, ή την προσαυξημένη, κατά +1,7°C.

Όταν η μέση μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία (ΜΜΗΘ) της θέσης του αεροδρομίου είναι μεγαλύτερη της SDT+1,7 °C, η FAA συνιστά τη χρήση των νομογραφημάτων με την προσαυξημένη θερμοκρασία, εφόσον η ΜΜΗΘ είναι μικρότερη ή ίση της SDT+15°C (ή 15 °C)+1,7 °C. Εάν η ΜΜΗΘ είναι μεγαλύτερη της προαναφερθείσας, συνιστάται όπως, για τον καθορισμό του μήκους απογείωσης του διαδρόμου, ο μελετητής επικοινωνήσει με την κατασκευάστρια εταιρεία του αεροσκάφους.

Σε όλες τις περιπτώσεις τα νομογραφήματα αναπτύχθηκαν για 0% διαμήκη κλίση διαδρόμου. Έτσι, εάν η κλίση του διαδρόμου δεν είναι μηδενική, το μήκος του διαδρόμου για απογείωση (μόνο) που βρέθηκε από το σχετικό νομογράφημα προσαυξάνεται κατά 10% για αεροσκάφη με τουρμπίνες, ή κατά 20% για αεροσκάφη προπέλες, για κάθε 1% αποτελεσματικής κλίσης του διαδρόμου.

Ως αποτελεσματική κλίση διαδρόμου ορίζεται το πηλίκο της μέγιστης υψομετρικής διαφοράς που παρατηρείται στον άξονα του διαδρόμου προς το μήκος αυτού. Για παράδειγμα εάν η μέγιστη υψομετρική διαφορά που παρατηρείται στο διάδρομο είναι 5 m και το μήκος του διαδρόμου είναι 2400 m, τότε η αποτελεσματική κλίση είναι $5/2400 = 0,21\%$. Έτσι το μήκος απογείωσης θα προσαυξηθεί κατά $0,21 \times 10\% = 2,1\%$, ήτοι κατά 50,4 m ($=0,021 \times 2400$).

Σημειώνεται ότι όλα τα νομογραφήματα προσδιορισμού μήκους απογείωσης, όπως και προσγείωσης, αναπτύχθηκαν για μηδενική ταχύτητα ανέμου, δεδομένου ότι με αυτήν απαιτείται το μεγαλύτερο μήκος διαδρόμου απογείωσης, όπως επίσης και για ξηρή επιφάνεια διαδρόμου κατά την απογείωση.

Κατά την προσγείωση τα περισσότερα νομογραφήματα παρέχουν τη δυνατότητα προσδιορισμού του μήκους προσγείωσης σε υγρή επιφάνεια διαδρόμου. Εάν δεν παρέχεται αυτή η δυνατότητα τότε το μήκος προσγείωσης που καθορίστηκε για ξηρή επιφάνεια προσαυξάνεται κατά 15% (FAA AC 150/5325-4C 2013).

β) Μήκος διαδρόμου για αεροσκάφη μέγιστου πιστοποιημένου μικτού φορτίου απογείωσης από 5.670 kg έως 27.200 kg (12.000 Ib έως 60.000 Ib)

Τα αεροσκάφη αυτής της κατηγορίας είναι μικρότερης επιβατικής χωρητικότητας και ελαφρύτερα της προηγούμενης κατηγορίας. Ο υπολογισμός του απαιτούμενου μήκους διαδρόμου για απογείωση/προσγείωση, ανεξαρτήτως τύπου αεροσκάφους, γίνεται με

τη βοήθεια νομογραφήματος, ανάλογα του ποσοστού του στόλου των αεροσκαφών που πρόκειται να προσγειωθούν με κάποιο χρήσιμο φορτίο.

Τα νομογραφήματα αναπτύχθηκαν από την FAA (FAA AC 150/5325-4C 2013) είναι δύο. Ένα νομογράφημα όταν το 75% του στόλου των αεροσκαφών πρόκειται να έχει το 60% ή το 90% του χρήσιμου φορτίου και ένα όταν το 100% του στόλου πρόκειται να έχει το 60% ή το 90 του χρήσιμου φορτίου.

Ως χρήσιμο φορτίο ορίζεται η διαφορά μεταξύ μέγιστου επιτρεπτού κατασκευαστικού φορτίου και βάρους αεροσκάφους (άδειο).

Ο προσδιορισμός του απαιτούμενου μήκους διαδρόμου γίνεται συναρτήσει της μέσης μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας του θερμότερου μήνα και του υψομέτρου της θέσης του αεροδρομίου.

Τα δύο νομογραφήματα που αναπτύχθηκαν είναι για συνθήκες μηδενικής κλίσης διαδρόμου, ξηρής επιφάνειας διαδρόμου και δίχως άνεμο. Έτσι, το μήκος του διαδρόμου που προσδιορίζεται από το σχετικό νομογράφημα

αποτελεσματικής κλίσης του προσαυξάνεται κατά 10% για κάθε 1% διαδρόμου, και κατά 15% εάν η επιφάνεια του διαδρόμου είναι υγρή.

Στην κάτοψη του διαδρόμου διακρίνουμε τον κυρίως διάδρομο από εύκαμπτο ή δύσκαμπτο οδόστρωμα, τα ερείσματα, συνήθως από σταθεροποιημένα υλικά, την περιοχή ή ζώνη ασφαλείας (runwaysafetyarea κατά FAA) ή τις λωρίδες (ασφαλείας) του διαδρόμου (run way strips κατά ICAO) (φυσικό έδαφος), και της κεφαλές καυσαερίων από διαστρωμένη επιφάνεια (σκυρόδεμα ή ασφαλτόμιγμα) για την προστασία των άκρων του διαδρόμου από τα καυσαέρια των αεροσκαφών. Οι κεφαλές καυσαερίων δεν είναι μέρος του αιτούμενου μήκους διαδρόμου και οι διαμήκεις και εγκάρσιες κλίσεις αυτών σχετίζονται με αυτές της περιοχής ασφαλείας

1.2.2 Διαστάσεις χαρακτηριστικών στοιχείων/περιοχών διαδρόμου κατά ICAO

Το πλάτος του διαδρόμου και άλλων χαρακτηριστικών αυτού κατά ICAO δίνεται συναρτήσει της κωδικοποίησης του αεροδρομίου κατά ICAO ήτοι του κωδικού αριθμού (1, 2, 3, και 4) και του κωδικού γράμματος (A, B, C, D, E και F).

Κατά τον ICAO, ερείσματα θα πρέπει να κατασκευάζονται υποχρεωτικά σε διαδρόμους αεροδρομίων με κωδικό γράμμα D ή E και F. Το πλάτος των ερεισμάτων πρέπει να είναι τέτοιο ώστε το συνολικό πλάτος του διαδρόμου και των ερεισμάτων να μην είναι μικρότερο των 60 m, για κωδικό γράμμα D και E, ή των 75 m για κωδικό γράμμα F.

Η εγκάρσια κλίση των ερεισμάτων σε όλες τις περιπτώσεις δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 2,5%.

Όσον αφορά το μήκος και το πλάτος της περιοχής ασφάλειας του διαδρόμου (run way safety area) ή των λωρίδων από το διάδρομο (run way strips). Σχετικά με τις κλίσεις και άλλα χαρακτηριστικά αυτών, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των περιοχών ασφαλείας στα άκρα του διαδρόμου (run way end safety areas), ή του ελεύθερου χώρου που παρέχεται για ασφαλή απογείωση (clear way) ή του χώρου σταματήματος που παρέχεται για ασφαλή (stop way), κατά ICAO.

Απόσταση μεταξύ παράλληλων διαδρόμων κατά ICAO

Η απόσταση μεταξύ αξόνων παράλληλων διαδρόμων, κατά ICAO (ICAO Annex 14 2013), για ταυτόχρονη χρήση αυτών σε συνθήκες μη-ενόργανης (οπτικής) πλοήγησης

Έτσι, οι αποστάσεις (ελάχιστες) ανάλογα το κωδικού αριθμού κατά ICAO είναι:

- για κωδικό αριθμό 3 ή 4 = 210 m
- για κωδικό αριθμό 2 = 150 m
- για κωδικό αριθμό 1 = 120 m

Σε συνθήκες ενόργανης πλοήγησης (IFR) η απόσταση μεταξύ αξόνων παράλληλων διαδρόμων για ταυτόχρονη χρήση διαδρόμου είναι συνάρτηση του κατά πόσο οι κινήσεις είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Έτσι, κατά ICAO, οι αποστάσεις (ελάχιστες) είναι:

- για ανεξάρτητες παράλληλες προσεγγίσεις = 1.035 m
- για εξαρτώμενες παράλληλες προσεγγίσεις = 915 m
- για ανεξάρτητη παράλληλες αναχωρήσεις = 760 m
- για διαχωρισμένες παράλληλες προσ/απογειώσεις = 760 m

1.2.3 Διαστάσεις χαρακτηριστικών στοιχείων/περιοχών διαδρόμου κατά FAA

Κατά την FAA οι προτεινόμενες χαρακτηριστικές διαστάσεις διαδρόμου (πλάτος), ερεισμάτων (πλάτος), κεφαλών καυσαερίων και των ζωνών ασφαλείας των αεροδρομίων είναι ανάλογες της κατηγοριοποίησης του αεροδρομίου, ήτοι συναρτήσει της κατηγορίας προσέγγισης αεροσκάφους (AAC), σχεδιαστική ομάδα αεροσκάφους (ADG) και ορατότητας κατά οπτική ή ενόργανη πλοήγηση.

Απόσταση μεταξύ αξόνων παράλληλων διαδρόμων κατά FAA

Κατά FAA, η ελάχιστη απόσταση μεταξύ αξόνων παράλληλων διαδρόμων για ταυτόχρονη χρήση αυτών σε συνθήκες μη-ενόργανης (οπτικής) πλοήγησης (VFR) είναι 213 m (700 ft). Πλην όμως για σχεδιαστική ομάδα αεροσκάφους (ADG) V και V συνιστάται όπως η ελάχιστη απόσταση είναι 366 m (1200 ft).

Σε συνθήκες ενόργανης πλοήγησης η ελάχιστη απόσταση μεταξύ αξόνων παράλληλων διαδρόμων για ταυτόχρονη χρήση διαδρόμου η απόσταση των αξόνων συνιστάται να είναι 1532 m (500 ft), εάν αυτό είναι εφικτό. Στην περίπτωση αυτή η τοποθέτηση του

αεροσταθμού μεταξύ των παράλληλων διαδρόμων ελαχιστοποιεί τις διαδικασίες τροχοδρόμησης και αυξάνει την αποδοτικότητα λειτουργίας του αεροδρομίου.

1.2.4 Κατά πλάτος κλίσεις

Οι εγκάρσιες κλίσεις, όπως και στην κατασκευή των οδοστρωμάτων στην οδοποιία, είναι αναγκαίες για τη διευκόλυνση της απομάκρυνσης των νερών της βροχής από το διάδρομο και τροχόδρομο. Οι κατά πλάτος (εγκάρσιες). απαιτούμενες κλίσεις του διαδρόμου, των ερεισμάτων, της ζώνης ασφαλείας και γενικότερα του εδάφους, κατά FAA.

Κατά ICAO (ICAO Annex 14 2013), για κατηγορία αεροδρομίων με κωδικό γράμμα C, D ή E η μέγιστη επιτρεπτή κλίση είναι 1,5%, ενώ για κατηγορία αεροδρομίων με κωδικό γράμμα A και B είναι 2%. Η ελάχιστη απαιτούμενη εγκάρσια κλίση του διαδρόμου είναι σε όλες τις περιπτώσεις 1%. Οι διάδρομοι των αεροδρομίων έχουν συνήθως εγκάρσια κλίση 1,5%.

Κατά κανόνα οι διάδρομοι από σκυρόδεμα μπορούν να έχουν μικρότερη κλίση από τους διαδρόμους με ασφαλτικό μίγμα. Ορισμένες φορές σε διάδρομο από δύσκαμπτο οδόστρωμα επιτρέπεται και κλίση 0.5%. Στα ερείσματα η μέγιστη επιτρεπόμενη εγκάρσια κλίση, κατά ICAO, είναι 2.5%. Εκτός των περιοχών ασφαλείας διαδρόμου και τροχοδρόμου η μέγιστη εγκάρσια κλίση σε όρυγμα ή επίχωμα είναι 4:1.

1.2.5 Η κατά μήκος τομή διαδρόμου

Από άποψη ασφάλειας και μέγιστης απόδοσης των αεροσκαφών ο διάδρομος θα ήταν προτιμότερο να ήταν τελείως επίπεδος. Πλην όμως αυτό είναι δύσκολο να επιτευχθεί και ακόμη δυσκολότερο να διατηρηθεί. Έτσι, συγκεκριμένες μόνο διαμήκεις κλίσεις του διαδρόμου είναι επιτρεπτές.

Η αποτελεσματική κλίση διαδρόμου είναι η υψομετρική διαφορά του υψηλότερου και χαμηλότερου σημείου τμήματος κατά μήκος του άξονα του διαδρόμου προς το συνολικό μήκος του διαδρόμου.

Κατά γενικό κανόνα οι μικρότερες δυνατές κλίσεις είναι πάντα προτιμότερες.

Θα πρέπει να τονισθεί ότι εκτός από τις μέγιστες επιτρεπτές διαμήκεις κλίσεις του διαδρόμου αλλά και στα δύο άκρα αυτού (πρώτο και τελευταίο τέταρτο του μήκος του διαδρόμου) υπάρχει απαίτηση και για ελάχιστη απόσταση μεταξύ σημείων αλλαγής των κλίσεων και ελάχιστη τιμή ακτίνας καμπύλης συναρμογής. Σημειώνεται ότι η απόσταση μεταξύ σημείων αλλαγής των κλίσεων καθορίζεται από το γινόμενο του σταθερού όρου με το άθροισμα των απολύτως αριθμητικών τιμών των αλλαγών κλίσεων (A+B). Οι κλίσεις εκφράζονται σε απόλυτο αριθμό, δηλαδή κλίση για 0,5%

θα ληφθεί ως 0,005. Σε καμία περίπτωση η απόσταση αυτή δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 45 m.

Για την επεξήγηση της απόστασης αλλαγής κλίσης, έστω ένα τμήμα του διαδρόμου με κλίση $x = +1\%$ τέμνει ένα άλλο με κλίση $y = -0,5\%$ και αυτό τέμνει το επόμενο τμήμα με κλίση $z = +0,6\%$. Τότε η απόλυτη τιμή του A μεταξύ αλλαγών κλίσεων των δύο πρώτων τμημάτων είναι:

$A = x - y = 1 + 0,01 - (-0,005) = 0,015$ και του B μεταξύ των αλλαγών κλίσεων των δύο επόμενων τμημάτων είναι:

$B = |y - z| = -0,005 - (+0,006) = 0,011$

Συνεπώς $(A + B) = 0,015 + 0,011 = 0,026$

Έτσι, έστω για κωδικό αριθμό διαδρόμου και η ελάχιστη απόσταση D μεταξύ αλλαγής κλίσεων είναι: $D = 30.000 \text{ m} \times 0,026 = 780 \text{ m}$.

Κατά FAA οι προαναφερθείσες διαμήκεις κλίσεις διαδρόμου για κατηγορία προσέγγισης αεροσκάφους C, D, και E .

Για κατηγορίες προσέγγισης αεροσκάφους A και B (μικρότερα αεροδρόμια) οι επιτρεπτές κλίσεις είναι μεταξύ 0 % και 2.0%, με την μέγιστη αλλαγή κλίσεων να μην υπερβαίνει την τιμή του 2.0 %. Επίσης το μήκος της καμπύλης συναρμογής δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο των 91 m (300 ft) για κάθε 1.0 % αλλαγή κλίσης και το μήκος μεταξύ αλλαγής κλίσεων δεν πρέπει να είναι μικρότερο των 76 m (250 ft) και το άθροισμα των απόλυτων τιμών αλλαγής των κλίσεων.

Όσον αφορά την ορατότητα του διαδρόμου λόγω αλλαγών κλίσεων, κατά την FAA, ανεξαρτήτως κατηγορίας προσέγγισης και σχεδιαστικής ομάδας αεροσκάφους αυτή θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε δύο οποιαδήποτε σημεία υπερυψωμένα κατά Y πάνω από τον άξονα του διαδρόμου να είναι ταυτόχρονα ορατά από ελάχιστη απόσταση X η οποία ίση με το και του μήκους του διαδρόμου. Σε περίπτωση που ο διάδρομος δεν έχει παράλληλο τροχόδρομο τότε η απόσταση X είναι ίση με το μήκος του διαδρόμου.

Δηλωμένες αποστάσεις σχετικά με το μήκος του διαδρόμου

Για κάθε διάδρομο και πριν τη χρήση αυτού για διεθνείς εμπορικές αερομεταφορές είναι υποχρεωτικό να μετρούνται, στην πλησιέστερη μονάδα μήκους το μέτρο (m), και να δηλώνονται από τις αρμόδιες Υπηρεσίες του αεροδρομίου του οι παρακάτω αποστάσεις αναφορικά με το διατιθέμενο μήκος του διαδρόμου. Οι αποστάσεις που πρέπει να δηλώνονται είναι:

α) η διαθέσιμη απόσταση (μήκος) τροχοδρόμησης για απογείωση, γνωστής ως TORA (take-off run available).

β) η διαθέσιμη απόσταση (μήκος) απογείωσης συν την το μήκος της ελεύθερου χώρου (Clear way) για να ανέλθει στο συγκεκριμένο ύψος απογείωσης, γνωστής ως TODA (take-off distance available).

γ) η διαθέσιμη απόσταση (μήκος) απογείωσης συν το μήκος χώρου σταματήματος (stop way) για αποτυχημένη απογείωση, γνωστή ως ASDA (accelerated-stop distance available), και

δ) η διαθέσιμη απόσταση (μήκος) προσγείωσης αεροσκάφους, γνωστή ως LDA (landing distance available).

Όταν από τον διάδρομο δεν παρέχεται προέκταση για χώρο σταματήματος (stop way) ή ελεύθερο χώρο (clear way) και το κατώφλι είναι στο ακρότατο σημείο του διαδρόμου, οι τέσσερις προαναφερθείσες αποστάσεις είναι ίσες με το μήκος του διαδρόμου.

Όταν από τον διάδρομο παρέχεται ελεύθερος χώρος (clear way - CWY) τότε η TODA περιλαμβάνει το μήκος του ελεύθερου χώρου.

Όταν από τον διάδρομο παρέχεται χώρος σταματήματος (stopway - SWY), τότε η ASDA περιλαμβάνει το μήκος του χώρου σταματήματος.

Όταν ο διάδρομος έχει μετατοπισμένο κατώφλι, τότε η LDA είναι μειωμένη κατά το μήκος μετατόπισης του κατωφλίου. Η μετατόπιση κατωφλίου επηρεάζει μόνο την LDA κατά την προσέγγιση από το κατώφλι αυτό. Όλες οι άλλες δηλωμένες αποστάσεις για κινήσεις από την αντίθετη κατεύθυνση δεν επηρεάζονται.

Εάν ένα άκρο του διαδρόμου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απογείώσεις ή προσγειώσεις ή και τα δύο για κάποιους λόγους τότε σημειώνεται ως NU (nonusable).

1.2.6 Η κατά πλάτος τομή τροχοδρόμου

Η εγκάρσια τομή του τροχοδρόμου είναι παρόμοια αυτής του διαδρόμου, πλην όμως οι γεωμετρικές διαστάσεις διαφέρουν και είναι φυσικά μικρότερες. Οι εγκάρσιες κλίσεις του τροχοδρόμου και των εκατέρωθεν αυτού περιοχών είναι παρόμοιες αυτών του διαδρόμου.

Κατά ICAO οι μέγιστες επιτρεπόμενες εγκάρσιες κλίσεις είναι:

- για αεροδρόμια με κωδικό γράμμα C,D ή E: 1,5 %, και
- για αεροδρόμια με κωδικό γράμμα A ή B: 3,0 %

Το πλάτος του τροχοδρόμου εξαρτάται από την κατηγορία ή την κατηγοριοποίηση του αεροδρομίου.

Επίσης, κατά τον ICAO, στους τροχοδρόμους όπου ο κωδικός αριθμός είναι C, D, E, και E και απαιτείται παροχή ερείσματος, το συνολικό πλάτος του τροχοδρόμου και των ερεισμάτων εκατέρωθεν αυτού, θα πρέπει να είναι, κατ' ελάχιστον: - για αεροδρόμια με κωδικό γράμμα F:

60 m - για αεροδρόμια με κωδικό γράμμα E:

44 m - για αεροδρόμια με κωδικό γράμμα D:

38 m, και - για αεροδρόμια με κωδικό γράμμα C:

25 m Κατά FAA το πλάτος τροχοδρόμου και το εύρος του ερείσματος εκατέρωθεν αυτού είναι συνάρτηση της ομάδας σχεδιασμού του τροχοδρόμου (TDG).

Σημειώνεται ότι το TESM χρησιμοποιείται ως προσαύξηση του πλάτους του οδοστρώματος του τροχοδρόμου όταν αυτός σχεδιάζεται για διαφορετική σχεδιαστική ομάδα αεροσκάφους (ADG) .

Για την ασφαλή διακίνηση των αεροσκαφών είναι απαραίτητο να υπάρχει επαρκής διαχωρισμός των αεροσκαφών που κινούνται στους τροχοδρόμους, στις τροχολωρίδες, ή τους διαδρόμους. Ως τροχολωρίδες ορίζονται οι λωρίδες (διάδρομοι) κίνησης των αεροσκαφών με μικρές ταχύτητες, όπως εντός του δαπέδου στάθμευσης.

Οι αποστάσεις διαχωρισμού των τροχοδρόμων μεταξύ τους αλλά και από Κινούμενα ή σταθερά αντικείμενα που προτείνονται από την FAA βάσει της σχεδιαστικής ομάδας αεροσκάφους (ADG)

1.3 Γεωμετρικός σχεδιασμός τροχοδρόμων

Ο σχεδιασμός των τροχοδρόμων εξαρτάται από τον όγκο της εναέριας κυκλοφορίας, τη διάταξη των διαδρόμων, τη θέση του κτιρίου του αεροσταθμού και τη θέση όλων των άλλων χώρων όπως, δάπεδα στάθμευσης, στέγαστρα συντήρησης, χώρος μακράς στάθμευσης, κ.ά.

Η χάραξη των τροχοδρόμων θα πρέπει να είναι απλή, δίχως επαναλαμβανόμενες στροφές και κατά προτίμηση να ακολουθείται η ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο σημείων.

Η ακτίνα στροφής (R2) σε τροχοδρόμο είναι συνάρτηση της ταχύτητας τροχοδρόμησης και μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$R2(m) = V(\text{km/h}) / 127,133f \quad \text{ή} \quad R2(t) = F(\text{mph}) / 15f$$

όπου V η ταχύτητα τροχοδρόμησης και $f = 0,133$

Το πλάτος του οδοστρώματος του τροχοδρόμου στις στροφές θα πρέπει να αυξάνει έτσι ώστε να αποφεύγεται η πτώση του πλευρικού τροχού του αεροσκάφους από το οδόστρωμα. Η μελέτη των διαπλατύνσεων των τροχοδρόμων σε στροφές γίνεται με διάφορες μεθόδους, γραφικά, αναλυτικά ή με τη βοήθεια πινάκων. Τα στοιχεία που υπεισέρχονται στους αναλυτικούς υπολογισμούς των διαπλατύνσεων είναι η μέγιστη γωνία στρέψεως του ριναίου τροχού, η ελάχιστη ακτίνα τροχιάς άκρου φτερού, η απόσταση ριναίου άξονα κυρίων τροχών, το άνοιγμα φτερών και σε ορισμένες περιπτώσεις η απόσταση μεταξύ του θαλάμου διακυβέρνησης και της αξονικής γραμμής του συστήματος κυρίων τροχών.

1.3.1 Σχεδιασμός συμβολής τροχοδρόμων (κόμβοι διασταύρωσης)

Στόχος κατά τον σχεδιασμό των κόμβων, όπως προαναφέρθηκε, είναι να προβλεφθούν διαπλάτυνσεις γνωστές και ως σφήνες διαπλάτυνσης. Οι διαστάσεις των διαπλάτυνσεων (μήκος L και πλάτος W) καθορίζονται για το θεωρητικό αεροσκάφος με την μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ πιλοτηρίου και κύριων τροχών (CMG) και με το ευρύτερο πλάτος κύριων τροχών (MGW) στην ομάδα σχεδιασμού τροχοδρόμου (TDG).

Η ακτίνα της εξωτερικής πλευράς του οδοστρώματος, R-outer καθορίζεται για τη μικρότερη CMG και το ευρύτερο MGW του θεωρητικού αεροσκάφους στην TDG.

Επίσης, ο σχεδιασμός των ίσως περισσότερο κοινών κόμβων διασταυρώσεων τροχόδρομων μορφής T' ή σταυρού + γίνεται με τη βοήθεια των σχετικών πινάκων με βάση τη γωνία στροφής 90° για συμμετρικές διαστάσεις μήκους και πλάτους σφηνών δίχως να λαμβάνεται υπόψη η ακτίνα R-outer.

Σημειώνεται ότι οι ακτίνες R-Flet, R-CL, -και R-Outer για την εγγραφή των κυκλικών τόξων δεν ανήκουν σε ομόκεντρους κύκλους. Οι ευθείες εφαπτόμενες των κυκλικών τόξων δίνουν εντύπωση "σφήνας" για αυτό και καλούνται σφήνες.

1.3.2 Κάθετη σύνδεση παράλληλων τροχόδρομων με δυνατότητα κίνησης και στις δύο κατευθύνσεις

Η κάθετη σύνδεση δύο παράλληλων τροχόδρομων, παρέχει σχεδόν πάντοτε τη δυνατότητα κίνησης των αεροσκαφών και κατά τις δύο κατευθύνσεις, δηλαδή την αντίστροφη κίνηση.

Οι σχεδιαστικές διαστάσεις των σφηνών και των ακτινών των καμπύλων συναρμογής με βάση την σχεδιαστική ομάδα τροχοδρόμου (TDG) και με την εφαρμογή των διαστάσεων (που βασίζεται στην TDG) η απόσταση μεταξύ των αξόνων των τροχόδρομων μπορεί να αυξηθεί αυτής που βασίζεται στη σχεδιαστική ADG.

1.4 Προσδιορισμός θέσης και αριθμού εξόδων

Η θέση της βέλτιστης θέσης εξόδου τροχοδρόμου από τον διάδρομο και του αριθμού αυτών θεωρείται ένα πολύπλοκο έργο λόγω των πολλών κριτηρίων που υπεισέρχονται. Τα περισσότερα σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των αεροσκαφών κατά

την προσγείωση και το ακολουθούμενο στάδιο επιβράδυνσης. Τα βασικότερα χαρακτηριστικά είναι : η ταχύτητα του αεροσκάφους στο κατώφλι και η ταχύτητα εξόδου, ή στροφή.

Οι ταχύτητες των αεροσκαφών στο κατώφλι (threshold) έχουν ομαδοποιηθεί σε τέσσερις κατηγορίες.

Ο προσδιορισμός της θέσης εξόδου από το κατώφλι μέχρι την έξοδο, σημείο A , κατά ICAO γίνεται με τη μέθοδο 'των τριών τμημάτων' . Κατά τη μέθοδο αυτή συνολική απόσταση από το κατώφλι μέχρι την έξοδο είναι το άθροισμα τριών τμημάτων , S1 , S2 και S3

Η απόσταση S1 είναι αυτή που απαιτείται από το κατώφλι (threshold) έως την επαφή των κύριων τροχών με την επιφάνεια του διαδρόμου (touchdown).

Η απόσταση S2 είναι αυτή που απαιτείται για τη μετάβαση από την επαφή των κύριων τροχών στη δημιουργία συνθηκών έναρξης πέδησης.

Η απόσταση S3 είναι αυτή που απαιτείται για την επιβράδυνση του αεροσκάφους στο έδαφος υπό κανονικές συνθήκες πέδησης μέχρι να αποκτήσει την τυπική ταχύτητα εξόδου.

Υπολογισμός απόστασης εξόδου

Για τον υπολογισμό της απόστασης εξόδου από κατώφλι, S ($S = S_1 + S_2 + S_3$), θα πρέπει πρωτίστως να είναι γνωστές οι ταχύτητες του αεροσκάφους σε χαρακτηριστικά σημεία του διαδρόμου. Για τις ταχύτητες αυτές γίνονται οι παρακάτω παραδοχές:

α) για την ταχύτητα στο κατώφλι, V_i , θεωρείται ότι αυτή είναι 1,3 φορές μεγαλύτερη της ταχύτητας απώλειας στήριξης (stallspeed), δηλαδή $1,3 \times V_{stal}$

β) για την ταχύτητα στο κατώφλι, V_{id} , θεωρείται ότι αυτή είναι ίση με: $V_m - 5 \text{ knots}$ όταν η ταχύτητα εκφράζεται σε knots.

γ) για την ταχύτητα στο σημείο έναρξης πέδησης, V_{ba} , θεωρείται ότι αυτή είναι ίση με: $V_{ba} - 15 \text{ knots}$, όταν η ταχύτητα εκφράζεται σε knots.

δ) για την ταχύτητα εξόδου, V_{ex} , για τυπική ταχεία έξοδο θεωρείται ότι αυτή είναι: για κωδικό αριθμό 1 και 2 ίση με 15 knots (27,78 km/h και για κωδικό αριθμό 3 και 4 ίση με 30 knots (55,56 km/h). Για μη τυπικές ταχείες εξόδους σχετικές πληροφορίες παρέχονται στη βιβλιογραφία (ICAO 2005). Η απόσταση S, τελικά προσδιορίζεται εμπειρικά και είναι για κατηγορίες αεροσκάφους C και D ίση με 450 m, ενώ για κατηγορίες αεροσκάφους A και B ίση με 250 m.

ο Σημειώνεται ότι η απόσταση S, διορθώνεται για αρνητική κλίση διαδρόμου και ταχύτητα ανέμου με κατεύθυνση από τη μεριά της ουράς του αεροσκάφους (tailwind). Για κατηγορίες αεροσκάφους C και D οι διορθώσεις είναι + 50 m ανά -0,25 % κλίση και +50 m ανά +5 knots ταχύτητα ανέμου. Για τις κατηγορίες αεροσκάφους A και B οι διορθώσεις είναι + 30 m ανά -0,25 % κλίση και +30 m ανά +5 kts ταχύτητα ανέμου.

Η απόσταση S2 (σε m) υπολογίζεται από τη σχέση: $S_2 = 5x (V_h - 10)$, όπου V_h σε knots, ή $S) = 10 \times V_{ov}$, όπου V_{av} η μέση ταχύτητα του αεροσκάφους στη μεταβατική

περιοχή εκφραζόμενη σε m/s. Η απόσταση πέδησης S_3 (σε m) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$S_3 = \frac{V^{2ba} - V^{2ex}}{2a}$$

όπου:

V_{ba} = ταχύτητα στο σημείο έναρξης πέδησης, σε m/s

V_{ex} = ταχύτητα εξόδου, σε m/s

a = επιβράδυνση κατά την πέδηση, σε m/s

ή από την σχέση:

$$S_3 = \frac{(V_{th} - 15)^2 - V^{2ex}}{8a} \text{ όπου:}$$

V = ταχύτητα στο κατώφλι, σε knots

V_{ex} = ταχύτητα εξόδου, σε knots

a = επιβράδυνση κατά την πέδηση, σε m/s

Η επιβράδυνση, a , κατά την πέδηση θεωρείται και στις δύο περιπτώσεις ίση με 1,5 m/s².

Για την τελική επιλογή της πλέον κατάλληλης θέσης ταχείας εξόδου τροχοδρόμου από το διάδρομο θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι παράγοντες όπως: θέση αεροσταθμού/δαπέδου στάθμευσης, θέση άλλων διαδρόμων και οι έξοδοι αυτών, αποφυγή άσκοπων τροχοδρομήσεων και βελτιστοποίηση της κυκλοφοριακής ροής στο σύστημα των παρεχόμενων τροχόδρομων..

Όσον αφορά τον αριθμό των παρεχόμενων εξόδων αυτός εξαρτάται από τον τύπο των αεροσκαφών και τον αριθμό από κάθε τύπο αεροσκάφους στην τυπική ώρα αιχμής. Για παράδειγμα σε ένα μεγάλο αεροδρόμιο όπου τα αεροσκάφη κατά πάσα πιθανότητα θα είναι ομάδας κατάταξης C ή D, δύο έξοδοι (μία ανά κατεύθυνση) πιθανόν να είναι αρκετές. Σε αντίθετη περίπτωση, σε αεροδρόμιο με ισορροπημένο μίγμα όλων των τεσσάρων ομάδων πιθανόν αν χρειάζονται τέσσερεις (δύο ανά κατεύθυνση). Σε πολύ μικρά αεροδρόμια με πολύ μικρή κίνηση αεροσκαφών μία έξοδος (90°) στο μέσον του διαδρόμου, ή καμία, κάνοντας αναστροφή ή έξοδο από τον διάδρομο στα άκρα του διαδρόμου, ίσως είναι επαρκές.

1.5 Χρόνος κατάληψης διαδρόμου

Ο χρόνος κατάληψης (X.K.) του διαδρόμου από το αεροσκάφος που προσγειώνεται μπορεί να υπολογισθεί χρησιμοποιώντας την παρακάτω εξίσωση:

$$X.K. = \frac{V_{OT} - V_{TD}}{2_{a1}} + 3 + \frac{V_{TD} - V_E}{2_{a1}} + t$$

όπου:

V_{oT} , V_{TD} και V_E = οι ταχύτητες του αεροσκάφους στο άκρο του διαδρόμου(κατώφλι), στο σημείο επαφής και στην έξοδο από το διάδρομο, αντίστοιχα (ft/sec)

a_1 = η επιβράδυνση στον αέρα (συνήθως 2,5 ft/sec)

a_2 = η επιβράδυνση στο έδαφος, κατά την πέδηση (ft/sec)

t = ο χρόνος για να στρίψει το αεροσκάφος από το διάδρομο στην έξοδο, αφού έχει επιτευχθεί η ταχύτητα εξόδου (συνήθως λαμβάνεται ίσος με 10 sec).

1.6 Δάπεδο ή Ποδιά στάθμευσης

Δάπεδο ή ποδιά στάθμευσης είναι ο πιο νευραλγικός χώρος ενός αεροδρομίου. Στο χώρο αυτό, που συνήθως βρίσκεται μπροστά στο κτίριο των επιβατών, τα αεροσκάφη σταθμεύουν για την αποβίβαση και επιβίβαση των επιβατών, για τον ανεφοδιασμό σε καύσιμα και αναλώσιμο υλικό, για την εκφόρτωση-φόρτωση αγαθών, για τον καθαρισμό του εσωτερικού χώρου του αεροσκάφους, για τον οπτικό έλεγχο του αεροσκάφους, κλπ. Έτσι λοιπόν ο χώρος αυτός θα πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένος ώστε να επιτρέπει την ταυτόχρονη κίνηση και εξυπηρέτηση αεροσκαφών και οχημάτων.

Οι χώροι στάθμευσης διαιρούνται σε τρεις κατηγορίες: α) στους χώρους ανοικτής στάθμευσης, β) στους χώρους στάθμευσης με "πύλες" (gates) και γέφυρες (bridges) επιβίβασης/αποβίβασης και αποβάθρες (piers), και γ) σε συνδυασμό των παραπάνω που είναι και ο συνηθέστερος σε μεσαίου ή μεγάλου μεγέθους αεροδρόμια.

Στην πρώτη περίπτωση οι επιβάτες μεταφέρονται στο κτίριο επιβατών με λεωφορείο (ή περπατώντας στην περίπτωση μικρού αεροδρομίου), ενώ στη δεύτερη περίπτωση η μετεπιβίβαση γίνεται με τηλεσκοπικούς διαδρόμους (γέφυρες μετεπιβίβασης), οι οποίοι προσαρτώνται στην πόρτα εξόδου του αεροσκάφους. Στην τρίτη περίπτωση η μετεπιβίβαση γίνεται με λεωφορεία και γέφυρες μετεπιβίβασης.

Σε όλες τις περιπτώσεις θα πρέπει να εξασφαλίζεται η ασφαλής διακίνηση του αεροσκάφους, του λεωφορείου ή/και των επιβατών στον ενιαίο χώρο στάθμευσης.

1.6.1 Σχεδιασμός δαπέδου στάθμευσης αεροσκαφών

Ο σχεδιασμός του δαπέδου στάθμευσης των αεροσκαφών εξαρτάται κυρίως από τους παρακάτω παράγοντες:

1. Τη διάταξη του κτιρίου των επιβατών (αεροσταθμού)
2. Τα χαρακτηριστικά κίνησης και στάθμευσης του αεροσκάφους, όπως η

γωνία στροφής του αεροσκάφους, αν το αεροσκάφος θα κινείται με δική του ισχύ ή με τη βοήθεια τράκτορα και η γωνία και ο τρόπος στάθμευσης σε σχέση με το κτίριο επιβατών

3. Τις διαστάσεις του αεροσκάφους, και

4. Τους τύπους και τις διαστάσεις των οχημάτων εξυπηρέτησης των αεροσκαφών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

Τα αεροσκάφη τροχοδρομούν προς το χώρο στάθμευσης (taxi-in) με τη δική τους ισχύ, ενώ αντιθέτως τροχοδρομούν από το χώρο στάθμευσης (taxi-out) είτε με τη δική τους ισχύ είτε με τη βοήθεια τράκτορα. Η τροχοδρόμηση από το χώρο στάθμευσης με τη βοήθεια τράκτορα είναι αναγκαία όταν αυτό σταθμεύει σε πύλες και γέφυρες.

Βασική προϋπόθεση στο σχεδιασμό του χώρου στάθμευσης των αεροσκαφών είναι να υπάρχει ένας ελεύθερος χώρος μεταξύ του ακραίου σημείου του φτερού και των κτιριακών εγκαταστάσεων ή φτερού άλλου αεροσκάφους (σταθερό αντικείμενο).

Ο ελεύθερος χώρος μεταξύ σταθερών αντικειμένων και άκρα φτερού σταθμευμένου αεροσκάφους εξαρτάται από τον τύπο του αεροσκάφους. Κατά ΕΑΑ η ελάχιστη απόσταση του ελεύθερου χώρου μεταξύ φτερού και σταθερών αντικειμένων σχετίζεται με την σχεδιαστική ομάδα αεροσκάφους (ADG).

Κατά ICAO η ελάχιστη απόσταση του ελεύθερου χώρου μεταξύ του άκρου των φτερών και σταθερών αντικειμένων (κτίρια, άλλο σταθμευμένο αεροσκάφος ή άλλων αντικειμένων) δίνεται συναρτήσει του κωδικού αριθμού του αεροδρομίου.

Ο συνολικός χώρος που καταλαμβάνει ένα αεροσκάφος στο χώρο στάθμευσης εξαρτάται τόσο από τις διαστάσεις του, τη γωνία και την ακτίνα στροφής του, όπως προαναφέρθηκε.

Ο συνολικός χώρος στάθμευσης επίσης επηρεάζεται και από τον τρόπο απομάκρυνσης του αεροσκάφους από το χώρο στάθμευσης. Η απομάκρυνση του αεροσκάφους με δική του ισχύ (κινητήρες) απαιτεί πάντοτε μεγαλύτερη επιφάνεια απ' ό,τι εάν αυτό απομακρυνθεί με τράκτορα. Πλην όμως η τροχοδρόμηση με δική του ισχύ είναι λειτουργικά οικονομικότερη δεδομένου ότι δεν απασχολείται προσωπικό για την οδήγηση του τράκτορα.

Τα αεροσκάφη όταν σταθμεύουν σε ανοικτό χώρο στάθμευσης, σταθμεύουν είτε παράλληλα είτε υπό γωνία προς τον αεροσταθμό. Αντίστοιχα, όταν σταθμεύουν σε πύλη αεροσταθμού, σταθμεύουν υπό γωνία 90° (κάθετα) με τη μύτη πλησίον του αεροσταθμού.

Η κάθε διάταξη στάθμευσης επηρεάζει τη χωρητικότητα του χώρου στάθμευσης αλλά και την ηχορύπανση. Όταν τα αεροσκάφη κινούνται στο χώρο στάθμευσης με τους κινητήρες τους είναι προτιμότερο η διάταξη στάθμευσης να είναι παράλληλα προς τον αεροσταθμό.

Μεταξύ των σταθμευμένων αεροσκαφών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι απαιτείται και ένας χώρος διακίνησης των αυτοκινήτων. Ο χώρος αυτός έχει τη μορφή διαδρόμου και είναι συνήθως πλάτους 7m έως 10m.

Ο σχεδιασμός του συνολικά απαιτούμενου χώρου στάθμευσης, αφού πρώτα καθορισθεί ο αριθμός αεροσκάφους, είναι μία επίπονη διαδικασία. Ο σχεδιασμός παρόλο που μπορεί να γίνει χειρωνακτικά/γεωμετρικά με τη βοήθεια πινάκων, διαγραμμάτων και μοντέλων κλίμακας αεροσκαφών σήμερα πλέον γίνεται με σχετικό λογισμικό Η/Υ.

Στα πλαίσια του γενικότερου σχεδιασμού του χώρου στάθμευσης θα πρέπει να εξετάζεται η περίπτωση προστασίας του προσωπικού, των επιβατών, των κτιριακών εγκαταστάσεων (επιβατικός αεροσταθμός και εμπορευματικός αεροσταθμός) και των οχημάτων εκπέμπουν οι κινητήρες των αεροσκαφών. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις όπου για αυτό παρέχονται κατάλληλοι φράκτες εκτροπής.

Τέλος, όλη η επιφάνεια του χώρου στάθμευσης θα πρέπει να έχει πολύ μικρές κλίσεις. Οι κλίσεις αυτές δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 1%. Ειδικότερα για τις περιοχές του ανεφοδιασμού οι κλίσεις καλό είναι να μην ξεπερνούν το 0,5%. Γενικότερα, η κατεύθυνση της κλίσης του χώρου στάθμευσης, για λόγους ασφαλείας, είναι προτιμότερο να μην είναι προς τον αεροσταθμό.

1.7 Κόλποι αναμονής

Οι κόλποι ή χώροι αναμονής βρίσκονται, όπως προαναφέρθηκε, στα άκρα των τροχόδρομων και σκοπό έχουν να μειώσουν τις καθυστερήσεις κατά την απογείωση σε περίπτωση βλάβης του αεροσκάφους ή εκούσιας καθυστέρησης.

Οι κόλποι αναμονής χρησιμοποιούνται σε μεσαίου μεγέθους αεροδρόμια που διαθέτουν μόνο έναν τροχόδρομο.

1.8 Σήμανση διαδρόμων

Η σήμανση των διαδρόμων και τροχόδρομων διακρίνεται σε φωτεινή σήμανση και σε σήμανση με υλικά (χρώματα) διαγράμμισης η οποία ονομάζεται οριζόντια σήμανση.

Η φωτεινή σήμανση είναι απαραίτητη για την ασφαλή κίνηση της αεροσκαφών κατά τη διάρκεια της νύχτας και όταν η ορατότητα είναι περιορισμένη, ενώ η οριζόντια σήμανση χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά κατά τη διάρκεια της ημέρας.

1.8.1 Φωτεινή σήμανση

Τα συστήματα φωτισμού των αεροδρομίων είναι τυποποιημένα διεθνώς από τον ICAO.

Οι απαιτήσεις για συστήματα φωτισμού ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο εξοπλισμού των διαδρόμων και τον κωδικό αναφοράς του αεροδρομίου. Οι απαιτήσεις είναι διαφορετικές, για τους διαδρόμους προσέγγισης μη ακριβείας και για τους διαδρόμους προσέγγισης ακριβείας.

Η φωτεινή σήμανση σκοπό έχει να δώσει στον πιλότο πληροφορίες για την ακριβή θέση του αεροδρομίου, τη θέση του αεροσκάφους ως προς το αεροδρόμιο, τη γωνία προσέγγισης του αεροσκάφους και τις γεωμετρικές διαστάσεις του διαδρόμου και του τροχοδρόμου.

Με τη φωτεινή σήμανση παρέχονται επίσης στον πιλότο και άλλες πληροφορίες, όπως διαθέσιμος χώρος στάθμευσης και προσωρινά κλειστά τμήματα τροχοδρόμων ή τμήματος διαδρόμου.

Η φωτεινή σήμανση συνίσταται σε:

- Φώτα ένδειξης γωνίας προσέγγισης αεροσκάφους
- Φώτα προσέγγισης αεροσκάφους στο διάδρομο
- Φώτα σήμανσης χαρακτηριστικών σημείων διαδρόμου
- Φώτα σήμανσης χαρακτηριστικών σημείων τροχοδρόμου
- Φώτα δαπέδου στάθμευσης αεροσκαφών

1.8.2 Φώτα ένδειξης γωνίας προσέγγισης αεροσκάφους

Μια απαραίτητη οπτική βοήθεια για τον πιλότο καθώς πλησιάζει το οι η ένδειξη της γωνίας προσέγγισης του αεροσκάφους. Αυτό επιτυγχάνεται με ειδικούς λαμπτήρες οι οποίοι τοποθετούνται σε διάταξη δεξιά και αριστερά εκτός διαδρόμου. Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται είναι: α) T-VASIS και AT -VASIS και β) PAPI και APAPI. Η διαφορά στη διάταξη των λαμπτήρων τους.

Τα συστήματα T-VASIS, AT-VASIS και PAPI, χρησιμοποιούνται σε αεροδρόμια κατηγορίας 3 ή 4, ενώ τα συστήματα PAPI και APAPI σε αεροδρόμια κατηγορίας 1 ή 2. Όταν ο διάδρομος μετατοπίζεται προσωρινά θα πρέπει να διαθέτει σύστημα PAPI εκτός εάν είναι κατηγορίας 1 ή 2 όπου μπορεί να διαθέτει το σύστημα APAPI.

Στο σύστημα T-VASIS ή AT-VASIS οι ειδικοί λαμπτήρες εμφανίζουν δύο διαφορετικά χρώματα (άσπρο και κόκκινο) ανάλογα με την οπτική γωνία που προσεγγίζονται.

Το σύστημα PAPI ή APAPI χρησιμοποιεί πολλαπλές δίχρωμες δέσμες φωτός από αντανάκλαση οι οποίες κάνουν ευκρινέστερη την ένδειξη της γωνίας προσέγγισης του αεροσκάφους..

1.8.3 Φώτα προσέγγισης αεροσκάφους στο διάδρομο

Σε κάθε αεροδρόμιο χρησιμοποιείται το σύστημα φώτων προσέγγισης, το οποίο βοηθά στην ασφαλή προσέγγιση του αεροδρομίου από αεροσκάφη που εκτελούν νυχτερινές πτήσεις ή σε περιπτώσεις χαμηλής ορατότητας στην τερματική περιοχή του αεροδρομίου. Τα συστήματα φώτων προσέγγισης έχουν τυποποιηθεί διεθνώς ως διαμήκεις σειρές φώτων που δείχνουν την εκτεινόμενη ευθυγράμμιση του διαδρόμου προσγειώσεων-απογειώσεων με εγκάρσιες γραμμές φώτων προσέγγισης σε τυποποιημένες αποστάσεις από το όριο για περιστροφή και θέση κατεύθυνσης. Το σύστημα φώτων προσέγγισης αναφέρεται συχνά με τα αρχικά του ALS (Approach Light System).

Τα φώτα προσέγγισης τοποθετούνται μετά το κατώφλι και κατά μήκος της νοητής επέκτασης του άξονα του διαδρόμου και παρέχουν οπτικές πληροφορίες σχετικά με την ευθυγράμμιση, την κλίση, και τη θέση του αεροσκάφους ως προς το διάδρομο.

Κατά ICAO τα συστήματα φώτων προσέγγισης διακρίνονται σε:

- α) απλό σύστημα
- β) σύστημα ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας I
- γ) σύστημα ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας II και III

Το απλό σύστημα φώτων προσέγγισης χρησιμοποιείται σε μη ενόργανους διαδρόμους (non-instrument run ways) κατηγορίας 3 ή 4 και σε ε διαδρόμους μη ακριβούς προσέγγισης. Αντίθετα, τα συστήματα (β) και (γ) χρησιμοποιούνται σε ενόργανους διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης I και II ή III και αντίστοιχα.

Τα φώτα προσέγγισης του απλού συστήματος εκτείνονται σε τουλάχιστον 420μ από το κατώφλι του διαδρόμου και μπορεί να είναι διάταξη μονής πηγής (λαμπτήρων) ή διάταξη λαμπτήρων σε μπαρέτα.

Τα φώτα προσέγγισης των συστημάτων ακριβούς προσέγγισης I, II και III εκτείνονται σε απόσταση 900 m από το κατώφλι του διαδρόμου. Σημειώνεται ότι οι αποστάσεις μεταξύ των λαμπτήρων κατά μήκος του άξονα είναι 60 m. Επίσης, η απόσταση μεταξύ των εγκάρσιων λαμπτήρων είναι 2,7 m,

Η διάταξη των φώτων για σύστημα ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας II και III είναι όμοια με αυτήν του συστήματος κατηγορίας I μόνο που επιπροσθέτως τοποθετούνται συμπληρωματικοί λαμπτήρες στα πρώτα 300 m πριν από το κατώφλι.. Σημειώνεται ότι οι εξωτερικοί λαμπτήρες δίνουν αναλαμπόν κόκκινο χρώμα σε αντίθεση με όλους τους άλλους λαμπτήρες που είναι λευκού χρώματος.

Σε όλες τις περιπτώσεις η περιοχή που βρίσκονται τα φώτα προσέγγισης θα πρέπει να είναι ελεύθερη εμποδίων, έτσι ώστε να μην παρεμποδίζεται η δέσμη φωτός που εκπέμπεται από κάθε λαμπτήρα.

1.8.4 Φώτα σήμανσης χαρακτηριστικών σημείων διαδρόμου

Τα φώτα σήμανσης χαρακτηριστικών σημείων του διαδρόμου διακρίνονται σε:

- α) Σύστημα φώτων καθοδήγησης προσέγγισης διαδρόμου
- β) Φώτα αναγνώρισης κατωφλίου και πέρατος διαδρόμου
- γ) Φώτα πλευρικών άκρων διαδρόμου
- δ) Φώτα άξονα διαδρόμου και
- ε) Φώτα ζώνης επαφής τροχών (touch down)

Το σύστημα φώτων καθοδήγησης προσέγγισης διαδρόμου χρησιμοποιείται στην περίπτωση που αποφασίζεται να καθορισθεί συγκεκριμένη διαδρομή προσέγγισης για να αποφευχθεί κάποια επικίνδυνη περιοχή ή περιοχή προστασίας από θόρυβο. Η διάταξη των φώτων μπορεί να έχει οποιοδήποτε γεωμετρικό σχήμα και οι λαμπτήρες είναι αναλάμποντες λευκού χρώματος.

Τα φώτα αναγνώρισης κατωφλίου και πέρατος διαδρόμου τοποθετούνται σε όλους τους διαδρόμους ανεξαιρέτως τύπου διαδρόμου και τρόπου προσέγγισης. Τα φώτα αναγνώρισης τοποθετούνται σε απόσταση όχι μεγαλύτερη από 3m από το άκρο του διαδρόμου, κάθετα προς τον άξονα του διαδρόμου, Φώτα ένδειξης κατωφλίου τοποθετούνται και στην περίπτωση προσωρινής ή μόνο μετατόπισης του κατωφλίου. Και στην περίπτωση αυτή τα φώτα κατωφλίου τοποθετούνται σε ευθεία σειρά κάθετη προς τον άξονα του διαδρόμου στη θέση όπου μετατοπίστηκε το άκρο του διαδρόμου.

Οι λαμπτήρες που δηλώνουν το κατώφλι είναι πράσινου χρώματος και ορατοί μόνο κατά την κατεύθυνση προσέγγισης του διαδρόμου, ενώ οι λαμπτήρες που δηλώνουν το πέρασ του διαδρόμου είναι χρώματος κόκκινου.

Τα φώτα κατωφλίου και πέρατος διαδρόμου, στην περίπτωση διαδρόμου μη ενόργανης και μη-ακριβούς προσέγγισης, τοποθετούνται σε εύρος ίσο με το εύρος του διαδρόμου και είναι τουλάχιστον έξι. Στην περίπτωση διαδρόμου ακριβούς προσέγγισης, κατηγορία I, II, και III, τα φώτα του κατωφλίου και πέρατος διαδρόμου επεκτείνονται και εκτός του εύρους του διαδρόμου, σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 10 m, σχηματίζοντας "πτερύγια" (wing barlights). Η απόσταση των λαμπτήρων μεταξύ τους είναι όχι μεγαλύτερη των 3 m. Ο αριθμός των λαμπτήρων ένδειξης κατωφλίου είναι πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό των λαμπτήρων ένδειξης του πέρατος του διαδρόμου που είναι τουλάχιστον έξι.

Κατά τη διάρκεια της τελικής προσέγγισης ο χειριστής του αεροσκάφους πρέπει να αποφασίσει αν θα ολοκληρώσει την προσγείωση ή θα εκτελέσει διαδικασία αποτυχημένης προσέγγισης. Η αναγνώριση του κατωφλίου του διαδρόμου είναι ένας βασικός συντελεστής επιρροής στις αποφάσεις των χειριστών. Γι' αυτόν το λόγο η πληροφορία κοντά στο κατώφλι πρέπει να δίνεται με ειδικό φωτισμό. Ο προσανατολισμός του διαδρόμου αναγράφεται είτε λίγο μετά το κατώφλι είτε επί του κατωφλίου. Αν υπάρχουν περισσότεροι διάδρομοι, η ένδειξη για τον προσανατολισμό του διαδρόμου εξειδικεύεται από το γράμμα L (αριστερός διάδρομος) ή R (δεξιός διάδρομος). Το κατώφλι αναγνωρίζεται στα μεγάλα αεροδρόμια από ένα

ολοκληρωμένο σύστημα φώτων απλωμένο σε μια γραμμή σε ολόκληρο το μήκος του διαδρόμου και σε μικρά αεροδρόμια από 4 φώτα σε κάθε πλευρά εκατέρωθεν του κατωφλίου. Τα φώτα του κατωφλίου κατά την κατεύθυνση της προσεγγίωσης, είναι πράσινα ενώ κατά την αντίθετη κατεύθυνση του διαδρόμου είναι κόκκινα δείχνοντας έτσι το τέλος του διαδρόμου.

Τα φώτα ένδειξης των πλευρικών άκρων του διαδρόμου χρησιμοποιούνται σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης ή σε διαδρόμους που πρόκειται να χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της νύχτας. Τα φώτα τοποθετούνται συμμετρικά κατά μήκος του διαδρόμου σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 3m από το "δηλωμένο" πλάτος του διαδρόμου. Η απόσταση μεταξύ των φώτων είναι < 60 m, για ενόργανους διαδρόμους ή < 100 m για μη-ενόργανους διαδρόμους.

Το χρώμα των λαμπτήρων είναι λευκό, εκτός των περιπτώσεων:

α) όπου υπάρχει μετατόπιση κατωφλίου. Στην περίπτωση αυτή οι λαμπτήρες μεταξύ του άκρου του διαδρόμου και του νέου κατωφλίου είναι χρώματος κόκκινου, κατά την κατεύθυνση της προσέγγισης.

β) του πρώτου τμήματος του διαδρόμου ή του 1/3 του μήκους του διαδρόμου, όπου από τα δύο είναι μικρότερο, όπου οι λαμπτήρες μπορεί να είναι κίτρινου χρώματος.

Τα φώτα των πλευρικών άκρων του διαδρόμου είναι ευκρινή από όλες τις οπτικές γωνίες.

Τα φώτα ένδειξης άξονα του διαδρόμου χρησιμοποιούνται σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας II ή III καθώς επίσης και όταν ο διάδρομος πρόκειται να χρησιμοποιείται για απογειώσεις με ορατότητα μεγαλύτερη των 400m από αεροσκάφη με πολύ υψηλές ταχύτητες απογείωσης, ειδικότερα όπου το πλάτος μεταξύ των πλευρικών φώτων του διαδρόμου είναι μεγαλύτερο των 50 m.

Φώτα κατά μήκος του άξονα του διαδρόμου θα πρέπει επίσης να τοποθετούνται και σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας I, ειδικότερα, όπου η απόσταση μεταξύ των πλευρικών φώτων είναι μεγαλύτερη των 50 m.

Τα φώτα ένδειξης του άξονα του διαδρόμου τοποθετούνται επί του άξονα του διαδρόμου καθ' όλο το μήκος του. Στις περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η τοποθέτησή τους κατά μήκος του άξονα, μπορούν να τοποθετηθούν σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 60 cm, από τον άξονα του διαδρόμου.

Η μεταξύ τους απόσταση είναι:

α) 7,5 m ή 15 m σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας III

β) 7,5 m, 15 m ή 30 m σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας II ή σε άλλους διαδρόμους όπου είναι αναγκαία η τοποθέτησή τους.

Οι λαμπτήρες των φώτων του άξονα του διαδρόμου είναι λευκού χρώματος μέχρι 900 m πριν το άκρο του διαδρόμου. Στα επόμενα 600 m οι λαμπτήρες είναι εναλλάξ κόκκινου και λευκού χρώματος και στα τελευταία 300 m το χρώμα των λαμπτήρων είναι κόκκινο. Στην περίπτωση που το μήκος του διαδρόμου είναι μικρότερο των 1800 m, οι λαμπτήρες με εναλλάξ φωτισμό κόκκινου και λευκού χρώματος ξεκινούν από το μέσο του διαδρόμου έως τα 300 m από το άκρο του διαδρόμου.

Φώτα ένδειξης ζώνης επαφής τροχών (touchdown Zone) παρέχονται σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας I και II. Τα φώτα λευκού χρώματος, σε μπάρετα

αποτελούμενη από τουλάχιστον τρεις (3) λαμπτήρες σε απόσταση μεταξύ των όχι μεγαλύτερη του 1,5 m, τοποθετούνται εκατέρωθεν του διαδρόμου σε μήκος 900 m από το κατώφλι πλην της περιπτώσεως όπου ο διάδρομος έχει μήκος μικρότερο των 1800 m. Στην περίπτωση αυτή τα φώτα δεν επεκτείνονται πέραν του μέσου του διαδρόμου.

Το μήκος της μπαρέτας θα πρέπει να είναι μεταξύ 3 m και 4,5 m και η μεταξύ των μπαρετών απόσταση είναι 30 m ή 60 m. Για λειτουργία διαδρόμου με χαμηλή ορατότητα συνιστάται η απόσταση μεταξύ των μπαρετών να είναι 30 m.

Σε διαδρόμους όπου αναμένονται προσγειώσεις με γωνία προσέγγισης των $3,5^\circ$ θα πρέπει να διατίθεται επιπλέον και ένδειξη απλής ζώνης επαφής τροχών. Στην περίπτωση αυτή τοποθετείται ένα ζεύγος λαμπτήρων εκτός διαδρόμου.

1.9 Φώτα δαπέδου στάθμευσης αεροσκαφών

Το δάπεδο στάθμευσης αεροσκαφών θα πρέπει να φωτίζεται με κατάλληλο και επαρκή φωτισμό από προβολείς επί πυλώνων όπως επίσης και κάθε άλλος χώρος που γειτνιάζει με το δάπεδο στάθμευσης και στον οποίο πρόκειται να κινηθούν αεροσκάφη.

1.10 Οριζόντια σήμανση διαδρόμου

Όλη η οριζόντια σήμανση (διαγράμμιση) του διαδρόμου γίνεται σε άσπρο χρώμα. Ανάλογα με τον τύπο του διαδρόμου γίνεται και η διαγράμμιση. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι διαδρόμου, ο βασικός τύπος διαδρόμου (χωρίς όργανα), ο διάδρομος που δεν διαθέτει σύστημα οργάνων ακριβούς προσέγγισης και ο διάδρομος που διαθέτει σύστημα οργάνων ακριβούς προσέγγισης.

Η οριζόντια σήμανση για τους παραπάνω τύπους διαδρόμων περιλαμβάνει:

α) Σήμανση άξονα διαδρόμου, η οποία παρέχεται σε όλους τους τύπους διαδρόμων. Η διαγράμμιση είναι διακεκομμένη γραμμή και το μήκος της κάθε λωρίδας είναι ίσο με το μήκος των κενών μεταξύ των λωρίδων ή 30 m, όποιο είναι μεγαλύτερο.

Το εύρος της λωρίδας διαγράμμισης είναι:

0,90 m για διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας II και III

0,45 m για διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας I και για διαδρόμους μη ακριβούς προσέγγισης με κωδικό αριθμό 3 ή 4

0,30 m για διαδρόμους μη ακριβούς προσέγγισης με κωδικό αριθμό 1 ή 2

και για μη ενόργανους διαδρόμους

β) Σήμανση άκρου(-ων) διαδρόμου (κατώφλι), η οποία παρέχεται σε διαδρόμους με όργανα μη ακριβούς προσέγγισης και σε διαδρόμους με όργανα ακριβούς προσέγγισης, κατηγορίας 3 και 4.

Σήμανση άκρου διαδρόμου θα πρέπει να παρέχεται και σε μη ενόργανους διαδρόμους με κωδικό αριθμό 3 ή 4.

Η οριζόντια σήμανση του άκρου διαδρόμου αποτελείται από λωρίδες διαγράμμισης ομοιόμορφων διαστάσεων που ξεκινούν 6 m από το άκρο (ή το κατώφλι) του διαδρόμου και εκτείνονται σε μήκος 30 m. Οι λωρίδες διαγράμμισης τοποθετούνται συμμετρικά ως προς τον άξονα του διαδρόμου, σε απόσταση ίση με την απόσταση μεταξύ τους. Ο αριθμός των λωρίδων εξαρτάται από το πλάτος του διαδρόμου.

Η λωρίδες διαγράμμισης ξεκινούν 6 m από το άκρο του διαδρόμου και 3 m από την πλευρά του διαδρόμου. Το πλάτος τους καθώς και το κενό μεταξύ τους είναι περίπου 1,8 m.

γ) Σήμανση στοχεύοντος σημείου προσγείωσης, η οποία παρέχεται σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης με κωδικό γράμμα 2, 3 και 4. Επίσης συνιστάται να παρέχεται σε διαδρόμους με όργανα μη-ακριβούς προσέγγισης, κατηγορίας 3 και 4, και σε διαδρόμους με όργανα ακριβούς προσέγγισης.

δ) Σήμανση ζώνης (περιοχής) επαφής τροχών (touchdown Zone), η οποία παρέχεται σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης κατηγορίας 2, 3 και 4, καθώς και σε διαδρόμους μη-ακριβούς προσέγγισης και διαδρόμους χωρίς όργανα κατηγορίας 3 και 4 όταν απαιτείται μεγαλύτερη ευκρίνεια της περιοχής επαφής, των τροχών.

Η σήμανση της περιοχής επαφής τροχών συνίσταται από ζεύγη ορθογωνικών διαγραμμίσεων συμμετρικά τοποθετημένων εκατέρωθεν του άξονα του διαδρόμου. Ο αριθμός των ζευγών διαγραμμίσεων εξαρτάται από το διατιθέμενο μήκος προσγείωσης, ή από το διατιθέμενο μήκος μεταξύ κατωφλίων.

ε) Σήμανση οριοθέτησης διαδρόμου, η οποία παρέχεται σε διαδρόμους ακριβούς προσέγγισης, καθώς και στους υπόλοιπους τύπους διαδρόμων, όταν δεν είναι ευδιάκριτος ο διάδρομος από το έρεισμα.

Η σήμανση οριοθέτησης διαδρόμου αποτελείται από δύο συνεχόμενες λωρίδες διαγράμμισης άσπρου χρώματος, μία σε κάθε πλευρά του διαδρόμου, οι οποίες τοποθετούνται σχεδόν στα πλευρικά άκρα του διαδρόμου.

Το πλάτος των διαγραμμίσεων είναι τουλάχιστον 0,9 m για διαδρόμους πλάτους >30m και τουλάχιστον 0,45 m για στενότερους διαδρόμους.

Ο αριθμός που δίνεται στο κάθε άκρο του διαδρόμου είναι το μαγνητικό αζιμούθιο διαιρούμενο δια 10, στρογγυλοποιημένο στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό. Για παράδειγμα, αν ο διάδρομος έχει κατεύθυνση NE 12°, θα αριθμηθεί σαν 01(12/10=1,2=01) από το βόρειο άκρο και το άλλο άκρο σαν 19 (192/10=19,2=19).

Όταν υπάρχουν δύο ή περισσότεροι παράλληλοι διάδρομο τότε δίνεται η πρόσθετη πληροφορία L, C και R για τον αριστερό, τον κεντρικό και τον δεξιό διάδρομο.

1.11 Οριζόντια σήμανση τροχοδρόμου

Η οριζόντια σήμανση του τροχοδρόμου αποτελείται από τη διαγράμμιση του άξονα τη σήμανση της γραμμής αναμονής του αεροσκάφους πριν την είσοδο στο διάδρομο και τη διαγράμμιση των οριογραμμών τροχοδρόμου. Όλη η οριζόντια σήμανση του τροχοδρόμου γίνεται σε κίτρινο χρώμα.

Διαγράμμιση στον άξονα του τροχοδρόμου παρέχεται σε αεροδρόμια όπου ο κωδικός αριθμός είναι 3 ή 4, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται συνεχής καθοδήγηση μεταξύ του

άξονα του διαδρόμου και της θέσης στάθμευσης του αεροσκάφους. Επίσης συνιστάται να παρέχεται και σε τροχοδρόμους αεροδρομίων με κωδικό αριθμό 1 και 2.

Η διαγράμμιση του άξονα του τροχοδρόμου είναι συνεχής γραμμή εύρους 15 cm.

Στα σημεία διασταύρωσης του τροχοδρόμου με το διάδρομο, όπου ο τροχοδρόμος είναι έξοδος από το διάδρομο, ο άξονας του τροχοδρόμου εκτείνεται παράλληλα με τον άξονα του διαδρόμου για απόσταση τουλάχιστον 60 m μετά το σημείο επαφής όταν ο κωδικός αριθμός του αεροδρομίου είναι 3 ή 4. Στην περίπτωση όπου ο κωδικός αριθμός είναι 1 ή 2 το μήκος είναι τουλάχιστον 30 m.

1.12 Βοηθήματα ραδιοπλοήγησης

Τα βοηθήματα ραδιοπλοήγησης χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό των αεροσκαφών στο οριζόντιο και κάθετο επίπεδο κίνησης. Η αλματώδης αύξηση της εναέριας κυκλοφορίας καθιστά επιτακτική την ανάγκη χρήσης όλο και περισσότερων βοηθημάτων, έτσι ώστε οι πτήσεις να γίνονται ασφαλείς και αξιόπιστες ανεξαρτήτως συνθηκών πτήσεως (κυρίως καιρός και ορατότητα).

Τα κύρια βοηθήματα ραδιοπλοήγησης μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- α) Βοηθήματα κατά την προσέγγιση, προσγείωση και απογείωση
- β) Βοηθήματα μικρής-απόστασης
- γ) Ραδιοφάρους
- δ) Δορυφορικά συστήματα παγκόσμιας πλοήγησης
- ε) Βοηθήματα μέτρησης απόστασης

1.12.1 Βοηθήματα κατά την προσέγγιση, προσγείωση και αναχώρηση

Πλησίον του διαδρόμου ή στην περιοχή του αεροδρομίου χρησιμοποιούνται, ειδικά βοηθήματα για την υποβοήθηση της διαδικασίας ακριβούς προσέγγισης προσγείωσης, αλλά και της απογείωσης. Τα πλέον καθιερωμένα βοηθήματα, που χρησιμοποιούνται είναι:

- το σύστημα ενόργανης προσγείωσης (Instrument landing system), γνωστό ως ILS,
- το σύστημα προσγείωσης με μικροκύματα (Microwave landing system), γνωστό ως MLS
- το δορυφορικό σύστημα παγκόσμιας πλοήγησης (Global navigation satellite system), γνωστό ως GNSS, και το
- σύστημα ραντάρ ακριβούς προσέγγισης (Precision approach radar system), γνωστό ως PAR.

Το σύστημα ενόργανης προσγείωσης (ILS) υποβοηθά τη διαδικασία προσέγγισης και την προσγείωση του αεροσκάφους αναγνωρίζοντας την τροχιά προσέγγισης για

επακριβή ευθυγράμμιση με τον άξονα του διαδρόμου και τον ρυθμό καθόδου του αεροσκάφους. Είναι ένα από τα πλέον διαδεδομένα συστήματα που χρησιμοποιούνται για ενόργανη προσγείωση. Λειτουργικά το σύστημα συνίσταται από τρία επιμέρους μέρη:

α) τον VHF εντοπιστή (VHF localizer),

β) το UHF όργανο ανίχνευσης ίχνους καθόδου (glide path equipment), και

γ) τους VHF σημειακούς ραδιοφάρους (marker beacons) ή όργανο μέτρησης απόστασης (distance measuring equipment-DME).

Η αντένα του εντοπιστή (localizer) τοποθετείται στη νοητή επέκταση του άξονα του διαδρόμου μετά το πέρας του διαδρόμου σε απόσταση ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις ασφάλειας για περιοχή ελεύθερης εμποδίων.

Το όργανο ανίχνευσης ίχνους καθόδου τοποθετείται περίπου 750 ft πριν το κατώφλι και σε κάθετη απόσταση τέτοια που να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις ασφάλειας για περιοχή ελεύθερης εμποδίων.

Κατά τον ICAO, το σύστημα ενόργανης προσγείωσης (ILS) διακρίνεται σε κατηγορίες ανάλογα με το μήκος ορατότητας του διαδρόμου στο αντίστοιχο ύψος που λαμβάνεται η απόφαση για προσγείωση

Το σύστημα προσγείωσης με μικροκύματα (MLS) αρχικά αναπτύχθηκε για στρατιωτικά αεροδρόμια και σήμερα πλέον χρησιμοποιείται και σε αεροδρόμια πολιτικής αεροπορίας. Το MLS είναι ένα σύστημα καθοδήγησης ακριβούς προσέγγισης και προσγείωσης που παρέχει πληροφορίες στο αεροσκάφος για τη θέση του όπως και διάφορα δεδομένα εδάφους προς αέρα. Η πληροφορία της θέσης καθορίζεται από την μέτρηση της γωνίας του αζιμούθιου, τη μέτρηση της γωνίας του υψομέτρου (ανύψωσης) του αεροσκάφους και την μέτρηση της απόστασης του αεροσκάφους από το διάδρομο.

Λειτουργικά το σύστημα MLS συνίσταται από τρία όργανα που μετρούν τις παραπάνω τρεις μεταβλητές.

Το MLS ήρθε να λύσει τα περισσότερα των προβλημάτων που έχει το ILS, όπως τους περιορισμούς από το έδαφος, κτιριακές εγκαταστάσεις και δραστηριότητες εδάφους. Επιπροσθέτως παρέχει συνεχή πληροφόρηση θέσης του αεροσκάφους που δεν παρέχεται από το ILS.

Το σύστημα ραντάρ ακριβούς προσέγγισης (PAR) τοποθετείται επί εδάφους κοντά στο διάδρομο και παρέχει πληροφορίες και εικόνα στον πύργο ελέγχου για το αζιμούθιο, την απόσταση, το ύψος και την ευθυγράμμιση του αεροσκάφους με το διάδρομο, μόνο κατά το στάδιο της τελικής προσέγγισης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανεξάρτητα ή σε συνδυασμό με το ILS.

Οι πληροφορίες που παρέχονται στον πύργο ελέγχου μεταβιβάζονται στον πιλότο με φωνητική επικοινωνία με σκοπό να κάνει τις αναγκαίες μικροδιορθώσεις κατά την προσέγγιση στο αεροδρόμιο.

Το PAR περιλαμβάνει ραντάρ ακριβούς προσέγγισης (PAR) και ραντάρ επιτήρησης (SRE) του αεροσκάφους από τον αέρα στην θέση στάθμευσης. Το PAR δεν παρέχει πληροφορίες για το ύψος στο οποίο βρίσκεται το αεροσκάφος.

1.12.2 Βοηθήματα μικρής-απόστασης

Τα βοηθήματα μικρής απόστασης χρησιμοποιούνται για την αποτελεσματικότερη πλοήγηση του αεροσκάφους κατά την προσέγγιση ειδικότερα σε περιπτώσεις όπου υπάρχει πυκνή κυκλοφορία και χαμηλή ορατότητα,

Το βοήθημα που χρησιμοποιείται είναι όργανο πολύ υψηλής συχνότητας (VHF) κατευθυντικής ράδιο-εμβέλειας, γνωστό ως VOR (Very high frequency Omnidirectional Radio range).

Το VOR καθορίζει την ευθυγράμμιση του αεροσκάφους με την καθορισμένη πορεία του. Λειτουργεί σε πολύ υψηλές συχνότητες (ζώνη συχνοτήτων 108 έως 117,95 MHz) και επειδή απαιτείται ευθυγράμμιση του αεροσκάφους με την εκπομπή και λήψη της δέσμης του ραδιοσήματος (ευθεία οπτικής επαφής), η ακτίνα δράσης του εξαρτάται από το ύψος στο οποίο βρίσκεται το αεροσκάφος. Λήψη του σήματος, παραδείγματος χάριν, όταν το αεροσκάφος πετά σε ύψος 1000 ft περιορίζεται σε ακτίνα 45 μιλίων. Η ακρίβεια καθορισμού της πορείας του αεροσκάφους είναι πολύ καλή και είναι της τάξεως της $+1^\circ$.

Το VOR για την πληρέστερη καθοδήγηση του αεροσκάφους συνήθως λειτουργεί με όργανο μέτρησης απόστασης (Distance measuring equipment DME),

1.12.3 Ραδιοφάροι

Οι ραδιοφάροι (radio beacons) χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ακριβούς θέσης του αεροσκάφους όταν αυτό πετά πάνω από αυτούς,

Οι ραδιοφάροι διακρίνονται σε:

- α)** μη-κατευθυντικούς (NDB) και
- β)** καθοδόν πολύ υψηλής συχνότητας ραδιοφάρους (75 MHz) (en-route VHF beacons).

Οι πρώτοι χρησιμοποιούνται κυρίως κατά τη διαδικασία ενόργανης προσγείωσης ή απογείωσης, ενώ οι δεύτεροι κατά την πτήση.

Ο ραδιοφάρος ADF, παραδείγματος χάριν, ένας μη κατευθυντικός ραδιοφάρος (NDB), είναι ένας ραδιοφάρος χαμηλών ή μεσαίων συχνοτήτων επί του οποίου το αεροσκάφος που διαθέτει τη σχετική κεραία μπορεί να συντονισθεί και να καθορίσει τις συντεταγμένες του σχετικά με τον αποστολέα του σήματος.

1.12.4 Δορυφορικό σύστημα παγκόσμιας πλοήγησης

Το δορυφορικό σύστημα παγκόσμιας πλοήγησης (GNSS) παρέχει δεδομένα θέσης και χρόνου στο αεροσκάφος τόσο κατά τη διαδικασία προσέγγισης-προσγείωσης όσο και κατά την πτήση.

Οι παρεχόμενες υπηρεσίες του συστήματος GNSS προέρχονται από συνδυασμό στοιχείων (οργάνων) που βρίσκονται στο έδαφος, σε δορυφόρους και/ή στο αεροσκάφος.

Το GNSS, όπως προαναφέρθηκε, παρέχει και κρατά δεδομένα από όλες τις φάσεις της πτήσης, όχι μόνο της προσγείωσης και της κίνησης του αεροσκάφους στο έδαφος. Η καταγραφή και αποθήκευση των δεδομένων (συνήθως για 15 μέρες) σκοπό έχουν αυτά να χρησιμοποιηθούν σε περίπτωση ατυχήματος.

1.12.5 Βοηθήματα μέτρησης απόστασης

Τα βοηθήματα μέτρησης απόστασης (DME) μετρούν την επικλινή απόσταση του αεροσκάφους από το αεροδρόμιο και συνήθως συνεργάζονται με το VOR. Ένα DIME λειτουργεί ως πομπός και δέκτης ζεύγους παλμών πολύ υψηλής συχνότητας. Από το χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ εκπομπής και λήψης του σήματος υπολογίζεται, από τη μονάδα DME που βρίσκεται στο αεροσκάφος, η απόσταση του αεροσκάφους από το αεροδρόμιο. Η μέγιστη ακτίνα δράσης είναι περίπου 200 μίλια και η ακρίβεια του βοηθήματος είναι της τάξεως των 0,5 μιλίων ή του 3% της απόστασης, οποιαδήποτε τιμή είναι μεγαλύτερη.

1.12.6 Άλλα βοηθήματα

Το βοήθημα ASDE

Το ASDE είναι ένα ραντάρ εδάφους που τοποθετείται στο χώρο του αεροδρομίου και παρέχει πληροφορίες στον Πύργο Ελέγχου για την τροχοδρόμηση και τους ελιγμούς των αεροσκαφών, σε περίπτωση που δεν υπάρχει οπτική επαφή με το αεροσκάφος λόγω παρεμβολής κτιριακών εγκαταστάσεων (περίπτωση μεγάλων αεροδρομίων), ή λόγω κακής ορατότητας από κακοκαιρία ή ομίχλη. Το ASBE καθίσταται αναγκαίο βοήθημα στην περίπτωση τοποθέτησης και λειτουργίας με ILS CAT III.

Το βοήθημα ASR

Το ASR παρέχει τη δυνατότητα στον πύργο ελέγχου να παρακολουθεί τη θέση των αεροσκαφών στην εγγύτερη περιοχή ελέγχου του εναέριου χώρου.

Το βοήθημα TACAN

Το βοήθημα TACAN είναι συνδυασμός του VOR και του DME και χρησιμοποιεί υπέρ-υψηλές συχνότητες. Παρόλο που η τεχνική λειτουργίας του είναι διαφορετική από το VOR και το DME, παρέχει στον πιλότο τις ίδιες με τα προηγούμενα βοηθήματα πληροφορίες, δηλαδή αζιμούθιο και απόσταση. Το TACAN όπως και το VOR υπόκειται στον περιορισμό του να βρίσκεται το αεροσκάφος σε ευθεία οπτικής επαφής.

Το βοήθημα VORTAC

Το VORTAC είναι συνδυασμός του VOR και του TACAN και παρέχει τριπλή πληροφόρηση: VOR αζιμούθιο, TACAN αζιμούθιο και απόσταση.

1.12.7 Ραδιοβοηθήματα επικοινωνίας

Τα ραδιοβοηθήματα επικοινωνίας αποτελούνται από ράδιο-δέκτες και ραδιοπομπούς που βρίσκονται τόσο επί αεροσκάφους όσο και επί εδάφους και, χρησιμοποιούν τη συχνότητα VHF, για πτήσεις πολιτικής αεροπορίας, ή της συχνότητα UHF, για πτήσεις πολεμικής αεροπορίας. Τα ραδιοβοηθήματα επικοινωνίας είναι απολύτως απαραίτητος εξοπλισμός για όλα τα αεροσκάφη δεδομένου ότι μέσω αυτών διαβιβάζονται όλες οι σχετικές πληροφορίες για ασφαλή πτήση.

1.13 Κατάσταση επιφάνειας δαπέδων

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την ασφαλή κίνηση των αεροσκαφών οι επιφάνειες των δαπέδων, και ιδιαίτερα των διαδρόμων, να διατηρούνται όσο είναι δυνατόν καθαρές και ελεύθερες από ρύπους και διάφορα φερτά υλικά. Ως ρύπος καθορίζεται η απόθεση πάνω στα δάπεδα των αεροδρομίων υλικών όπως χιόνι, πάγος, στάσιμα νερά, ιλύς, σκόνη, άμμος, λάδια, καύσιμα και ελαστικά, τα οποία μειώνουν σημαντικά το αποτέλεσμα της πέδησης των αεροσκαφών σε αυτά. Από την άλλη μεριά ως φερτά υλικά καθορίζονται τα υλικά όπως άμμος, χαλίκια, ξύλα, μέταλλα, χαρτί και υλικά αποκόλλησης δαπέδων, τα οποία θα μπορούσαν να επηρεάσουν δυσμενώς την ασφάλεια των πτήσεων δημιουργώντας δομικά προβλήματα στο αεροσκάφος, στους κινητήρες και τα λοιπά συστήματα του.

Ειδικότερα, μετά την εμφάνιση των αεριωθούμενων αεροσκαφών, άρχισε σοβαρά να απασχολεί τις αρχές των αεροδρομίων και η ολισθηρότητα των διαδρόμων, ως συνέπεια της μειωμένης τριβής από τη χρήση τους αλλά και από φαινόμενα υδρολίστευσης, κυρίως λόγω ύπαρξης εστιών νερού στην επιφάνεια τους. Ο κίνδυνος πρόκλησης ζημιών από φερτές ύλες, επίσης, αυξήθηκε λόγω των υψηλών ταχυτήτων των νέων αεροσκαφών στη φάση της προσγείωσης και απογείωσης αλλά και από την φύση των νέων κινητήρων.

Για τους πιο πάνω λόγους, απαιτείται, σύμφωνα με τον ΙΟΑΟ, να αξιολογείται η κατάσταση της επιφάνειας των δαπέδων αεροδρομίων στις εξής περιπτώσεις:

1. Περίπτωση στεγνού διαδρόμου. Περιοδικός έλεγχος της επιφάνειας του, στην διάρκεια της ζωής του, για αξιολόγηση της φθοράς του με παράλληλη καταγραφή των ρωγμών, πιθανών αποκολλήσεων υλικού επίστρωσης και υποχωρήσεων του οδοστρώματος.
2. Περίπτωση υγρού διαδρόμου:
 - Συστηματικός καθαρισμός της επιφάνειας του διαδρόμου από τα κατάλοιπα των ελαστικών των αεροσκαφών, τα οποία σε συνθήκες υγρού διαδρόμου μειώνουν δραστικά την τριβή μεταξύ των ελαστικών των αεροσκαφών και της επιφάνειας του δαπέδου των διαδρόμων.

- Έλεγχος των κλίσεων της επιφάνειας του διαδρόμου για αποφυγή κατακράτησης υδάτων, που προκαλούν φαινόμενα υδρολίστεσης τόσο στην φάση της απογείωσης όσο και της προσγείωσης των αεροσκαφών.
- Έλεγχος ολισθηρότητας διαδρόμου λόγω ύπαρξης πάγου, σκληρού, μαλακού ή συμπιεσμένου χιονιού και γενικά βρεγμένης επιφάνειας οδοστρώματος που αποτελούν σημαντικούς παράγοντες μείωσης της τριβής των δαπέδων.

Συνεπώς, οι αρχές των πολιτικών αεροδρομίων, που σε κάποιο βαθμό αντιμετωπίζουν τέτοιες καταστάσεις είναι σημαντικό να έχουν το εξοπλισμό και την οργάνωση (προγράμματα, μεθοδολογία και κατάλληλη τεχνολογία), προκειμένου να αξιολογούν την κατάσταση των δαπέδων των αεροδρομίων και να επεμβαίνουν αποτελεσματικά όπου και όταν απαιτείται.

Επίσης, προβλήματα που προέρχονται από φερτές ύλες, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, πρέπει να αντιμετωπίζονται και να περιορίζονται αποτελεσματικά με συχνές επιθεωρήσεις της κατάστασης των δαπέδων στις επιχειρησιακές περιοχές του αεροδρομίου και με την εφαρμογή ενός προγράμματος που θα θέτει προτεραιότητες και συχνότητα στον καθαρισμό αυτών των περιοχών. Για τον καλύτερο προγραμματισμό καθαρισμού αλλά και τον εντοπισμό των φερτών υλών ανά περιοχή στην οποία εμφανίζονται συχνότερα, απαιτείται τα δάπεδα των αεροδρομίων να ταξινομούνται (διαιρούνται) σε επιφάνειες των 500 τ.μ περίπου. Στα μηχανήματα καθαρισμού συνήθως περιλαμβάνονται αυτοκινούμενες μεταλλικές σκούπες, αναρροφητικά σάρωθρα και μαγνητικές σκούπες.

1.13.1 Σύστημα Διαχείρισης Οδοστρωμάτων Αεροδρομίων

Για την εξασφάλιση της καλής κατάστασης των οδοστρωμάτων απαιτείται η ανάπτυξη ενός Συστήματος Διαχείρισης των οδοστρωμάτων μέσω καταγραφής και αξιολόγησης της κατάστασης των, ώστε:

- Να βελτιστοποιείται η χρήση περιορισμένων χρηματοδοτήσεων για τη διατήρηση των οδοστρωμάτων σε λειτουργία με επισκευές και βελτιώσεις.
- Να γνωρίζουν οι αρχές των Α/Δ ποια αεροσκάφη μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα οδοστρώματα, χωρίς να προξενήσουν καταπόνηση των οδοστρωμάτων πέραν των επιτρεπομένων και να περιορίζουν ή και να απαγορεύουν τη χρήση από βαρύτερα αεροσκάφη.
- Να γνωρίζουν οι Αρχές των Α/Δ το χρόνο ζωής των οδοστρωμάτων, ανάλογα με την κυκλοφοριακή σύνθεση, ώστε να προγραμματίζουν τις απαραίτητες ενισχύσεις.
- Να προγραμματίζονται ασκήσεις και να συντάσσονται σχέδια δράσης.
- Να γνωρίζουν οι πιλότοι αν τα οδοστρώματα έχουν δομική επάρκεια για το αεροσκάφος τους και να παρέχουν την απαιτούμενη ασφάλεια. Από πλευράς τεχνικής επάρκειας των οδοστρωμάτων οι Τεχνικές Υπηρεσίες θα πρέπει να γνωρίζουν την κατάσταση των οδοστρωμάτων ώστε:

- Να προγραμματίζουν την άμεση επισκευή τμημάτων που εγκυμονούν κινδύνους για την κίνηση των αεροσκαφών.
- Να σημειωθεί ότι κατεστραμμένα οδοστρώματα έχουν σαν άμεση συνέπεια την αναρρόφηση χαλαρών υλικών (χαλίκια κλπ.) και ζημιές στους κινητήρες. Ακόμα δυσχέρεια χειρισμών από τους πιλότους λόγω, κακής γεωμετρίας (υποχωρήσεις, ρηγματώσεις κλπ.) του οδοστρώματος.
- Να βελτιώνουν την επιφάνεια κύλισης για την αποφυγή ολίσθησης, λόγω μειωμένου συντελεστού αντί-ολίσθησης. Να ενισχύουν οδοστρώματα που έχουν μικρό χρόνο ζωής με νέο τάπητα πριν καταστραφεί το οδόστρωμα ολοσχερώς, οπότε και το Α/Δ θα μείνει εκτός λειτουργίας και η αποξήλωση και κατασκευή νέου οδοστρώματος θα είναι πολυδάπανη.

Το τελικό προϊόν, από πλευράς ανάπτυξης Συστήματος Διαχείρισης είναι:

- Ο καθορισμός του Δείκτη Κατάστασης του οδοστρώματος, PCI, (Pavement Condition Index) που βασικά εκφράζει την έκταση των παρατηρούμενων καταπονήσεων και οδηγεί σε βαθμονόμηση της κατάστασης του οδοστρώματος.
- Ο καθορισμός του Αριθμού Κατάταξης του οδοστρώματος PCN (Pavement Classification Number) που παριστά τη δομική επάρκεια (κατάσταση) του οδοστρώματος και επιτρέπει στις αρχές του Α/Δ να γνωρίζουν ποια αεροσκάφη μπορούν να χρησιμοποιήσουν το οδόστρωμα. Ο αριθμός PCN επιτρέπει ακόμη στους πιλότους να γνωρίζουν για το συγκεκριμένο αεροσκάφος αν είναι ασφαλής η χρήση του οδοστρώματος. Επίσης ο αριθμός PCN επιτρέπει στους τεχνικούς να αποφασίζουν για την ενίσχυση του οδοστρώματος σε σχέση με τις απαιτήσεις των επιχειρήσεων του Α/Δ.

Για τον προσδιορισμό των παραπάνω στοιχείων απαιτείται:

- Συγκέντρωση στοιχείων σχέδια, διατομές, ιστορικό κυκλοφορίας, χορικό κατασκευής και ιστορικό αστοχιών.
- Επί τόπου αναγνώριση - καταγραφή ρηγματώσεων, στους τροχοδρόμους, διαδρόμους και δάπεδα στάθμευση, με φωτογράφιση, κατάταξη και στατιστική επεξεργασία. Επί τόπου μετρήσεις με μη καταστρεπτικές μεθόδους - Γεωμετρική κατάσταση, δοκιμές φόρτισης το δοκιμές απόκρισης δαπέδων σε ειδική φόρτιση κλπ. Επί τόπου δειγματοληψία με διατήρηση πυρήνων για τα υλικά του οδοστρώματος και με φρέατα εκτός οδοστρώματος για τα υλικά του εδάφους.
- Εργαστηριακές Δοκιμές των υλικών οδοστρωσίας και εδαφών.
- Προδιαγραφές.

Από τα παραπάνω είναι προφανές ότι οι εργασίες αποτίμησης της κατάστασης των οδοστρωμάτων, εξασφαλίζουν:

- Την ασφάλεια των αεροσκαφών και τη μείωση των ζημιών των κινητήρων.
- Τη μείωση του κόστους συντήρησης.
- Την αύξηση της διάρκειας ζωής του οδοστρώματος

- Τη δυνατότητα προγραμματισμού επιχειρήσεων.

Η ανάπτυξη του συστήματος διαχείρισης οδοστρωμάτων με τον καθορισμό του «Δείκτη Κατάστασης Οδοστρώματος» PCI (Pavement Condition Index), και του «Αριθμού Κατάταξης Οδοστρώματος» PCN (Pavement Classification Number) αναπτύχθηκε από το U.S. Army Corps of Engineers. Ο Οργανισμός ICAO, καθορίζει το σύστημα κατάστασης όλων των οδοστρωμάτων με βάση των αριθμό PCI

1.14 Καθυστερήσεις πεδίου ελιγμών

Οι καθυστερήσεις και η συμφόρηση στα αεροδρόμια αποτελούν βασική απειλή για το μέλλον των αερομεταφορών. Η ακριβής πρόβλεψη των δυναμικών χαρακτηριστικών των καθυστερήσεων είναι δύσκολη. Η εκτίμηση των καθυστερήσεων σε ένα μεγάλο αεροδρόμιο απαιτεί χρήση προηγμένων μοντέλων ηλεκτρονικού υπολογιστή. Γενικά, οι καθυστερήσεις:

- Παρατηρούνται ακόμη και όταν η ζήτηση είναι μικρότερη της χωρητικότητας.
- Εξαρτώνται με μη γραμμικό τρόπο από τις αλλαγές της ζήτησης και της χωρητικότητας και εμφανίζουν μεγάλη ευαισθησία ακόμη και σε μικρές αλλαγές όταν η ζήτηση πλησιάζει ή είναι μεγαλύτερη της χωρητικότητας.
- Παρουσιάζουν πολύπλοκη δυναμική συμπεριφορά κατά τη διάρκεια οποιουδήποτε χρονικού διαστήματος (π.χ., μία ημέρα λειτουργίας), όταν το σύστημα των διαδρόμων έχει πολύ μεγάλη χρήση.

Μακροχρόνια, η μέση διάρκεια και η τυπική απόκλιση (μέτρο της μεταβλητότητας) των καθυστερήσεων αυξάνει μη γραμμικά με το συντελεστή χρήσης του συστήματος των διαδρόμων, δηλαδή το λόγο του ρυθμού ζήτησης προς τη (μέγιστη χωρητικότητα). Στα συστήματα διαδρόμων όπου ο συντελεστής χρήσης κυμαίνεται από 0,85-0,9 κατά τη διάρκεια των πλέον ενεργών διαστημάτων 15-18 ωρών την ημέρα, οι καθυστερήσεις είναι μεγάλες και έχουν μεγάλη μεταβλητότητα από ημέρα σε ημέρα. Ένα μέγεθος με μεγάλο πρακτικό ενδιαφέρον είναι η προσεγγιστική ετήσια χωρητικότητα του συστήματος διαδρόμων. Για την εκτίμηση αυτού του αριθμού δεν αρκεί μόνο ο υπολογισμός του διαγράμματος κάλυψης χωρητικότητας, CCC, του αεροδρομίου, αλλά πρέπει να γίνουν προβλέψεις ή υποθέσεις για : την ημερήσια διακύμανση της ζήτησης, τη διακύμανση της ανά ημέρα της εβδομάδας, την εποχιακή της διακύμανση και τα αποδεκτά επίπεδα καθυστερήσεων. Τα ιστορικά στοιχεία παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με αυτές τις παραμέτρους. Μαθηματικά μοντέλα και μοντέλα προσομοίωσης με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι διαθέσιμα και συμβάλλουν στη διερεύνηση των θεμάτων χωρητικότητας και των καθυστερήσεων στο πεδίο ελιγμών. Ο χρήστης πρέπει να αποφασίσει το επιθυμητό επίπεδο λεπτομέρειας για την ανάλυση. Τα πιο λεπτομερή και κατά κανόνα πιο ακριβά και πολύπλοκα μοντέλα δεν είναι κατ' ανάγκη τα καλύτερα να απαντήσουν στα προβλήματα που εμφανίζονται στην πράξη.

1.14.1 Χαρακτηριστικά των καθυστερήσεων στην εναέρια υποδομή

Είναι χρήσιμο να ξεκινήσουμε με την ποιοτική θεώρηση της σχέσης μεταξύ εναέριας ζήτησης και χωρητικότητας, από τη μία πλευρά, και καθυστερήσεων, από την άλλη. Οι καιρικές συνθήκες είναι ο βασικός παράγοντας που καθορίζει το επίπεδο της χωρητικότητας στο οποίο λειτουργεί το αεροδρόμιο σε κάθε δεδομένη στιγμή. Το προφίλ της ζήτησης παρουσιάζει δύο αιχμές, όπως συμβαίνει σε πολλά αεροδρόμια με μεγάλη κίνηση επιβατών και σκοπό ταξιδιού την εργασία (business traffic), και δείχνει το συνολικό αριθμό των κινήσεων αεροσκαφών που προγραμματίζονται την ώρα. Πρέπει να σημειώσουμε ότι ο αριθμός των προγραμματισμένων κινήσεων σε μία ώρα δε συμπίπτει απαραίτητα με τον αριθμό των κινήσεων που θα ζητηθούν πραγματικά, σε ημερήσια βάση, κατά τη διάρκεια αυτής της ώρας. Ο αριθμός των κινήσεων που πραγματικά ζητήθηκε σε ένα αεροδρόμιο κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου κυμαίνεται γύρω από τον προγραμματισμένο αριθμό, λόγω μηχανικών ή λογιστικών προβλημάτων του αεροσκάφους, ματαιώσεων πτήσεων, αργοπορημένης επιβίβασης επιβατών, αργοπορημένης άφιξης πληρώματος, καθυστερήσεων σε άλλα αεροδρόμια κ.λπ. Με αυτή την έννοια, ακριβώς όπως στη χωρητικότητα, ο αριθμός των προγραμματισμένων κινήσεων σε μία ώρα αποτελεί μέση τιμή μόνο. Αυτή η μέση τιμή θα αναφέρεται στο εξής, ως ρυθμός ζήτησης για αυτή την ώρα. Αναφορικά με τα τρία επίπεδα χωρητικότητας ισχύουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις. Πρώτη και προφανής είναι ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπου ο ρυθμός ζήτησης ξεπερνά τη χωρητικότητα για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα, σχηματίζονται ουρές προσγειώσεων και απογειώσεων και εμφανίζονται καθυστερήσεις (καθυστερήσεις υπερφόρτωσης), (overload delays). Στην καθομιλούμενη «η ζήτηση ξεπερνά τη χωρητικότητα» κατά τη διάρκεια τέτοιων περιόδων. Γενικά, εάν υπάρχει χρονικό διάστημα μήκους T κατά το οποίο ο ρυθμός ζήτησης συνεχώς υπερβαίνει το ρυθμό εξυπηρέτησης, τότε το αναμενόμενο μήκος ουράς και ο αναμενόμενος χρόνος αναμονής ανά αεροσκάφος κατά τη διάρκεια αυτού του διαστήματος αυξάνεται ανάλογα με το T και με τη διαφορά μεταξύ ρυθμού ζήτησης και χωρητικότητας στη διάρκεια του διαστήματος T . Η περίοδος κατά την οποία η ζήτηση ξεπερνά τη «χαμηλή» χωρητικότητα κυμαίνεται από 07:00 έως 21:00, ενώ η περίοδος κατά την οποία η ζήτηση ξεπερνά τη «μεσαία» χωρητικότητα κυμαίνεται από 08:00 έως 09:00 και από 15:00 έως 20:00. Όταν η χωρητικότητα είναι «χαμηλή», συσσωρεύονται καθυστερήσεις καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Αεροσκάφη προγραμματισμένα για άφιξη ή αναχώρηση κατά τη διάρκεια του απογεύματος μπορεί να αντιμετωπίσουν τρομερές καθυστερήσεις. Πράγματι, οι αεροπορικές εταιρείες ματαιώνουν πολυάριθμες πτήσεις για το Boston/Logan κατά τη διάρκεια τέτοιων ημερών λόγω του μεγέθους των αναμενόμενων καθυστερήσεων.

Είναι λιγότερο προφανές ότι σημαντικές καθυστερήσεις μπορούν να παρατηρηθούν κατά τη διάρκεια χρονικών περιόδων όπου ο ρυθμός ζήτησης είναι μικρότερος αλλά κοντά στο ρυθμό εξυπηρέτησης - μία έννοια που μερικές φορές δημιουργεί σύγχυση στους διαχειριστές του αεροδρομίου. Οι περίοδοι αυτές περιλαμβάνουν ημέρες κατά

τις οποίες ο ρυθμός ζήτησης είναι μικρότερος από τη χωρητικότητα, για ολόκληρη την ημέρα. Αυτές οι καθυστερήσεις οφείλονται κυρίως στη διακύμανση των χρονικών διαστημάτων μεταξύ διαδοχικών χρήσεων του διαδρόμου, καθώς και στη διακύμανση του χρόνου που απαιτείται για την εξυπηρέτηση κάθε προσγείωσης και απογείωσης. Οι αιτίες της διακύμανσης είναι αρκετές:

- Οι χρονικές στιγμές κατά τις οποίες προγραμματίζεται να πραγματοποιηθεί η ζήτηση (αφίξεις, και ιδιαίτερα, αναχωρήσεις) δεν είναι ισοκαταμεμημένες, αλλά «συγκεντρώνονται» γύρω από ορισμένους χρόνους που προτιμούν οι προγραμματιστές πτήσεων (π.χ., «στην ώρα» ή στη «μισή ώρα» αιχμής αναχωρήσεων).
- Οι χρονικές στιγμές κατά τις οποίες η ζήτηση εμφανίζεται στην πραγματικότητα από μέρα σε μέρα είναι «τυχαίες» ως αποτέλεσμα των αποκλίσεων από το πρόγραμμα λόγω των αιτιών που ήδη αναφέρθηκαν (μηχανικά προβλήματα, καθυστερήσεις σε άλλα αεροδρόμια κ.λπ.).
- Ο χρόνος που απαιτείται για την εξυπηρέτηση αφίξεων και αναχωρήσεων δεν είναι σταθερός, αλλά μεταβάλλεται λόγω πολλών παραγόντων (τύπος αεροσκάφους, διαχωρισμοί, έξοδοι διαδρόμου κ.λπ.).

Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η παρουσία χρονικών διαστημάτων κατά τη διάρκεια των οποίων εμφανίζονται «ομάδες-clusters» ζήτησης σε κοντινά διαστήματα και/ή ο χρόνος εξυπηρέτησης είναι μεγαλύτερος από το συνηθισμένο. Τότε θα σχηματιστούν ουρές αεροσκαφών στο έδαφος και/ή στον αέρα.* Όταν ο ρυθμός ζήτησης είναι μικρότερος από τη χωρητικότητα αλλά κοντά σε αυτή, μπορεί να περάσει ένα μεγάλο χρονικό διάστημα πριν εξαφανιστούν τέτοιες ουρές. Έτσι, νέες ομάδες ζήτησης ή μεγαλύτερος χρόνος εξυπηρέτησης μπορεί να εμφανιστούν χωρίς προηγουμένως να έχουν εξαφανιστεί οι ουρές που σχηματίστηκαν, με αποτέλεσμα να μεγαλώνουν οι ουρές αντί να μικραίνουν. Οι καθυστερήσεις αυτές, προκειμένου να διαχωριστούν από τις καθυστερήσεις υπερφόρτωσης, ονομάζονται συχνά στοχαστικές. Συμπερασματικά, μεγάλες ουρές είναι δυνατόν να σχηματιστούν και όταν ο ρυθμός ζήτησης είναι μικρότερος από τη χωρητικότητα, σε περιπτώσεις όπου (1) υπάρχει σημαντική διακύμανση στους χρόνους μεταξύ διαδοχικών κινήσεων στο σύστημα διαδρόμου και (2) ο ρυθμός ζήτησης είναι κοντά στη χωρητικότητα του συστήματος διαδρόμων .

1.14.2 Συνέπειες πολιτικών και πρακτικές οδηγίες

Αυτό που έχει τις πιο σημαντικές συνέπειες για τη μακροχρόνια αύξηση των καθυστερήσεων στα αεροδρόμια, είναι η μη γραμμική σχέση μεταξύ καθυστερήσεων από τη μία μεριά και ζήτησης και χωρητικότητας, από την άλλη. Ο «βαθμός χρήσης» αποτελεί την πιο σημαντική παράμετρο σε αυτή τη σχέση. Συμβολίζεται με το γράμμα «ρ» στη θεωρία ουρών και ορίζεται ως ο λόγος του μέσου ρυθμού ζήτησης σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο προς τη μέση χωρητικότητα στο χρόνο αυτό. Η συγκεκριμένη χρονική περίοδος είναι 24 ώρες. Ο ρυθμός ζήτησης είναι 1.200 κινήσεις

την ημέρα, οπότε $\rho = 0,625 (= 1.200/1.920)$, στην περίπτωση που η ωριαία χωρητικότητα είναι 80- ή η ημερήσια χωρητικότητα είναι 1.920 ($= 24 \times 80$).

Μία κατάσταση που δύσκολα αντιμετωπίζεται προκύπτει όταν ένα αεροδρόμιο λειτουργεί με βαθμό χρήσης, ρ , μεγαλύτερο του 1. Αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των ημερήσιων κινήσεων είναι μεγαλύτερος από την ημερήσια χωρητικότητα του αεροδρομίου. Έτσι, κατά μέσο όρο, κάποιες ημερήσιες κινήσεις θα παραμείνουν σε ουρά για να «εξυπηρετηθούν» την επόμενη. * Η ζήτηση αυτή θα προστεθεί στην ήδη προγραμματισμένη ζήτηση της επόμενης ημέρας, η οποία εξ υποθέσεως είναι μεγαλύτερη της ημερήσιας χωρητικότητας. Η ουρά των συσσωρευμένων κινήσεων στο τέλος της ημέρας θα αυξάνεται επ' αόριστον από ημέρα σε ημέρα.

Είναι φανερό ότι η περίπτωση που μόλις αναφέρθηκε είναι ακραία και έχει ελάχιστη πρακτική σημασία. Φανερώνει όμως μια γενική συνθήκη που πρέπει να ικανοποιείται εάν ένα σύστημα ουρών πρόκειται να λειτουργήσει με σταθερό τρόπο για μεγάλη χρονική περίοδο. Η συνθήκη αυτή δηλώνει ότι ένα σύστημα ουρών δεν μπορεί να λειτουργεί μακροχρόνια με βαθμό χρήσης μεγαλύτερο το 1, γιατί οι καθυστερήσεις δε θα φτάσουν σε ισορροπία και θα αυξάνουν χωρίς όριο.

Με τη διαπίστωση ότι το ρ μακροπρόθεσμα πρέπει να είναι μικρότερο του 1, η ακόλουθη βασική ιδιότητα των συστημάτων ουρών μπορεί να διατυπωθεί: Μακροπρόθεσμα, τόσο ο μέσος χρόνος αναμονής όσο και το μέσο μήκος ουράς σε κάθε σύστημα ουρών που ισορροπεί ($\rho < 1$) αυξάνουν μη γραμμικά με το ρ , σύμφωνα με τη σχέση $1/(1-\rho)$.

Θεωρούμε ένα σύστημα που λειτουργεί για αρκετό καιρό και τα χαρακτηριστικά της ισορροπίας του μπορούν να παρατηρηθούν και να μετρηθούν στατιστικά. Έστω W , ο χρόνος που παραμένει ένας τυχαίος χρήστης στην ουρά πριν εξυπηρετηθεί από το σύστημα. Η μέση τιμή $E[W]$, του W . Για παράδειγμα, στην περίπτωση ενός διαδρόμου μόνο για αφίξεις, το $E[W]$ δηλώνει το μέσο χρόνο που θα περιμένει ένα αεροσκάφος που ζητά να προσγειωθεί μέχρι να έρθει η σειρά του να προσεγγίσει το διάδρομο. Καθώς το ρ πλησιάζει την τιμή 1 στο σχήμα 11-3 -ή, καθώς ο ρυθμός ζήτησης πλησιάζει το ρυθμό εξυπηρέτησης, ή «η ζήτηση πλησιάζει τη χωρητικότητα». Το διάγραμμα της ποσότητας $E[N]$ ως προς το ρ έχει την ίδια μορφή. Το $E[N]$ ορίζεται ως η μέση τιμή του N α του αριθμού των χρηστών που περιμένουν στην ουρά. Η ακριβής μαθηματική έκφραση των $E[W]$ και $E[N]$ εξαρτάται από αρκετές παραμέτρους. Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η διακύμανση του χρόνου εξυπηρέτησης των χρηστών (ο χρόνος εξυπηρέτησης ανά κίνηση στην περίπτωση διαδρόμων) και τα διαστήματα μεταξύ διαδοχικών αιτημάτων των χρηστών (μεταξύ διαδοχικών κινήσεων αεροσκαφών που ζητούν να χρησιμοποιήσουν το διάδρομο), τόσο γρηγορότερα θα αυξηθούν τα $E[W]$ και $E[N]$, καθώς το ρ αυξάνει.

Πρώτο, προειδοποιούν αυτούς που καθορίζουν την πολιτική του αεροδρομίου και του ATM να μη λειτουργούν το σύστημα διαδρόμων σε βαθμούς χρήσης που είναι πολύ κοντά στο 1 για εκτεταμένη χρονική περίοδο. Διαφορετικά, εμφανίζονται μεγάλες καθυστερήσεις και ουρές σε συνεχή βάση. Ακόμη, η θεωρία ουρών έχει δείξει ότι η μεταβλητότητα των W , και N , που εκφράζεται από τις Τυπικές αποκλίσεις, $\sigma(W)$ και $\sigma(N)$, αυξάνει επίσης ανάλογα με το λόγο $1/(1-\rho)$. Αυτό σημαίνει ότι, όταν το ρ είναι κοντά στο 1, ένα σύστημα ουρών όχι μόνο παρουσιάζει συμφόρηση κατά μέσο όρο,

αλλά ταυτόχρονα υπόκειται σε μεγάλες διακυμάνσεις στο χρόνο. Κάτω από το ίδιο σύνολο συνθηκών (παρόμοιοι ρυθμοί ζήτησης, καιρικές συνθήκες κ.λπ.), οι καθυστερήσεις των προσγειώσεων και των απογειώσεων μπορεί να είναι μικρές και ανεκτές μία συγκεκριμένη ημέρα, ενώ την επόμενη μπορεί να γίνουν πολύ μεγάλες και μη αποδεκτές. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται πολύ συχνά στα μεγάλα αεροδρόμια ανά τον κόσμο. Ένας απλός κανόνας είναι ότι τα συστήματα διαδρόμων δεν πρέπει να λειτουργούν περισσότερο από το 85-90% της χωρητικότητας στη διάρκεια συνεχόμενων ωρών αιχμής σε μία ημέρα. Στα περισσότερα αεροδρόμια, ο αριθμός των συνεχόμενων ωρών αιχμής σε μία ημέρα είναι σημαντικά μικρότερος του 24: Τυπικά ακόμη και το μεγαλύτερο από πλευράς κίνησης αεροδρόμιο έχει 16-18 ώρες την ημέρα δραστηριότητα μεγάλων φόρτων, ενώ τις υπόλοιπες 6-8 ώρες, κυρίως τις βραδινές, παρατηρείται μικρή δραστηριότητα.

Με χωρητικότητα 80 κινήσεις την ώρα, ο βαθμός χρήσης κατά τη διάρκεια των 16 ωρών με τη μεγαλύτερη κίνηση είναι ίσος με 91,3%. Οι σχετικές καθυστερήσεις είναι ουσιαστικά μη αποδεκτές, με μέσο χρόνο αναμονής για όλες τις κινήσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας και κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής ίσο αντίστοιχα με 13min και 39min. Ο βαθμός χρήσης για ολόκληρη την ημέρα είναι αρκετά μικρός (0,625). Αυτό είναι παραπλανητικό και αντανακλά το γεγονός ότι υπάρχει μικρή ζήτηση μεταξύ 22:00 και 6:00, ή για το ένα τρίτο της ημέρας.

Ένα δεύτερο βασικό σημείο στο επίπεδο πολιτικών είναι ότι, όταν ένα σύστημα διαδρόμων λειτουργεί με υψηλούς βαθμούς χρήσης, μικρές αλλαγές στη ζήτηση ή τη χωρητικότητα μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες αλλαγές στις καθυστερήσεις και στο μήκος των ουρών. Αυτό είναι αποτέλεσμα του γεγονότος ότι η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των W και N είναι ανάλογες του $1/(1-\rho)$. Έτσι, όταν το ρ είναι κοντά στο 1, το κλάσμα $1/(\rho-1)$ είναι μεγάλο και η τιμή του είναι ευαίσθητη ακόμη και σε μικρές αλλαγές του ρ . Πρέπει να σημειώσουμε ότι η ίδια αλλαγή στη ζήτηση έχει πολύ διαφορετική επίδραση στην αύξηση της καθυστέρησης. Η επίδραση εξαρτάται από το μέγεθος (υψηλό ή χαμηλό) της αρχικής ζήτησης ως προς τη χωρητικότητα. Η παρατήρηση αυτή εξηγεί τη σημερινή πρακτική αντιμετώπισης των καθυστερήσεων στα μεγάλα αεροδρόμια. Πολλές πρωτοβουλίες βρίσκονται σε εξέλιξη με σκοπό είτε τη διαχείριση της ζήτησης είτε την αύξηση της χωρητικότητας της εναέριας υποδομής μέσω βελτιώσεων του συστήματος ATM. Οι διαχειριστές των αεροδρομίων αναγνωρίζουν γενικά ότι οι περισσότερες από αυτές τις πρωτοβουλίες θα επιφέρουν περιορισμένες αλλαγές στη ζήτηση ή τη χωρητικότητα. Πάντως αυτές οι μικρές αλλαγές παράγουν σημαντική μείωση των καθυστερήσεων, γιατί πολλές από τις εγκαταστάσεις και τις υπηρεσίες στα μεγάλα αεροδρόμια λειτουργούν με πολύ υψηλούς βαθμούς χρήσης. Οι διαχειριστές των αεροδρομίων ελπίζουν ότι αυτές οι μειώσεις των καθυστερήσεων θα δώσουν τη δυνατότητα να διατηρηθούν αποδεκτά επίπεδα εξυπηρέτησης έως ότου επιτευχθούν μεγάλες βελτιώσεις στη χωρητικότητά τους. Η εμπειρία, καθώς και τα μοντέλα ουρών και προσομοιώσεων δείχνουν ότι σε συμφορημένα αεροδρόμια, μία μείωση της τάξεως του 1% της ημερήσιας ζήτησης ή 1% αύξηση της χωρητικότητας του συστήματος διαδρόμου μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μείωση 5% ή και περισσότερο στις καθυστερήσεις.

Μπορούμε να επανεξετάσουμε τους ορισμούς της χωρητικότητας του κεφ. 10 υπό το πρίσμα αυτών των παρατηρήσεων. Υπενθυμίζουμε ότι η πρακτική ωριαία

χωρητικότητα (PHCAP) ορίζεται ως ο αριθμός των κινήσεων όπου η μέση καθυστέρηση κατά τη χρήση ενός διαδρόμου είναι ίση με 4min. Το κριτήριο των 4min προκύπτει από διαγράμματα που κατασκεύασε η FAA στις αρχές του '60. Τα διαγράμματα δείχνουν ότι ο μέσος χρόνος αναμονής σε ένα τυπικό αεροδρόμιο θα αρχίσει να αυξάνει γρήγορα σε επίπεδα βαθμού χρήσης που αντιστοιχούν σε καθυστέρηση περίπου 4min ανά αεροσκάφος. Έτσι λοιπόν αποφασίστηκε η χρήση των 4min ως το όριο κατά το οποίο ένας διάδρομος θα λέγαμε ότι έφτασε την «πρακτική χωρητικότητα».

Ομοίως η έννοια της δηλωμένης χωρητικότητας, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως εκτός των ΗΠΑ, συνδέεται άμεσα με την παρατήρηση ότι οι καθυστερήσεις θα φτάσουν σε μη αποδεκτά επίπεδα σε αεροδρόμια που λειτουργούν με τη μέγιστη χωρητικότητά τους για μεγάλες χρονικές περιόδους. Με «δηλωμένες» χωρητικότητες ίσες περίπου με το 85-90% της μέγιστης χωρητικότητας, οι διαχειριστές των αεροδρομίων προσπαθούν να διατηρήσουν ένα ικανοποιητικό επίπεδο εξυπηρέτησης με εντατική χρήση του συστήματος των διαδρόμων.

Τέλος το γεγονός ότι οι καθυστερήσεις της εναέριας υποδομής (airside) έχουν μεγάλη διακύμανση στα αεροδρόμια με μεγάλη κίνηση, έχει σημαντικές συνέπειες στη μέτρηση της αποτελεσματικότητας και τον καθορισμό του επιπέδου εξυπηρέτησης. Συγκεκριμένα, οι διαχειριστές πρέπει να χρησιμοποιούν μετρήσεις που περιγράφουν όχι μόνο τη μέση τιμή των καθυστερήσεων, αλλά και τη διασπορά γύρω από τις μέσες τιμές. Παραδείγματα μέτρων αποτελεσματικότητας που πρέπει να χρησιμοποιούνται στην ανάλυση των καθυστερήσεων είναι:

- Μέση καθυστέρηση ανά κίνηση κατά τη διάρκεια μιας τυπικής ημέρας.
- Διασπορά (ή τυπική απόκλιση) της καθυστέρησης ανά κίνηση κατά τη διάρκεια μιας τυπικής ημέρας.
- Πιθανότητα να υπερβεί η καθυστέρηση κάποια συγκεκριμένη μεγάλη τιμή (π.χ., 15, 30 ή 45min).
- Μέση καθυστέρηση κατά τη διάρκεια της ώρας αιχμής της μέσης ημέρας του μήνα αιχμής του έτους.

Το βασικό μέτρο είναι αναμφίβολα η μέση καθυστέρηση ανά κίνηση. Οι αεροπορικές εταιρείες όμως ενδιαφέρονται εξίσου για τη δυνατότητα πρόβλεψης των καθυστερήσεων, δηλαδή, το πόσο «σφικτά» κατανέμονται οι καθυστερήσεις γύρω από τη μέση τιμή. Εάν η καθυστέρηση σε ένα αεροδρόμιο έχει μεγάλη διασπορά (ή τυπική απόκλιση), δηλαδή μεγάλη διακύμανση στις συνθήκες λειτουργίας, τα καθημερινά προγράμματα της αεροπορικής εταιρείας έχουν μικρή αξιοπιστία. Καθυστερήσεις που ξεπερνούν ορισμένες μεγάλες τιμές είναι επίσης επιβλαβείς, καθώς έχουν ως αποτέλεσμα να χάσουν οι επιβάτες την επόμενη πτήση, ενώ παράλληλα προκαλούν εν πτήση καθυστερήσεις που μεταδίδονται σε όλο το δίκτυο της αεροπορικής εταιρείας. Έτσι, η πιθανότητα εμφάνισης τέτοιων καθυστερήσεων είναι σημαντικός δείκτης αποτελεσματικής λειτουργίας. Τέλος, κάποια ειδικά μέτρα, όπως η μέση καθυστέρηση κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής του έτους, μπορεί να βοηθήσουν στην αποτίμηση της αποτελεσματικότητας σε ώρες ιδιαίτερα κρίσιμες για τη λειτουργία του αεροδρομίου.

1.14.3 Ετήσια χωρητικότητα συστήματος διαδρόμων

Τα διαγράμματα κάλυψης χωρητικότητας, CCC και τα χαρακτηριστικά των καθυστερήσεων της εναέριας υποδομής (airside) δίνουν το απαραίτητο υπόβαθρο για τη συζήτηση της ετήσιας χωρητικότητας του συστήματος διαδρόμων ενός αεροδρομίου. Η ετήσια χωρητικότητα είναι μία ποσότητα μεγάλου πρακτικού ενδιαφέροντος. Οι προβλέψεις ζήτησης ενός αεροδρομίου δίνονται ως ετήσια νούμερα («Χ εκατομμύρια επιβάτες και Υ χιλιάδες κινήσεις αεροσκαφών είναι η πρόβλεψη για το 2015»). Συγκρίνοντας τις προβλέψεις της ζήτησης με τις εκτιμήσεις της ετήσιας χωρητικότητας, οι διαχειριστές των αεροδρομίων μπορούν να καθορίσουν χονδρικά το χρόνο που θα απαιτηθούν μεγάλες επενδύσεις και αντίστοιχα να τις σχεδιάσουν. Η ετήσια χωρητικότητα μπορεί να εκτιμηθεί μόνο προσεγγιστικά λόγω δύο βασικών δυσκολιών. Πρώτον, για τον υπολογισμό της ετήσιας χωρητικότητας οι μελετητές και οι μάνατζερ πρέπει να κάνουν έναν αριθμό υποκειμενικών επιλογών που αφορούν το ελάχιστο αποδεκτό επίπεδο εξυπηρέτησης. Σήμερα, δεν υπάρχουν διεθνείς προδιαγραφές ώστε να διευκολύνουν αυτή την επιλογή. Δεύτερον, η ετήσια χωρητικότητα εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος από την ημερήσια και την εποχιακή διακύμανση της ζήτησης που είναι δύσκολο να προβλεφθεί στο μέλλον. Τα σημεία αυτά εξηγούνται καλύτερα μέσω ενός παραδείγματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΥΡΓΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

2.1 Έλεγχος εναέριας κυκλοφορίας

Με την συνεχή ανάπτυξη του αερομεταφορικού έργου κατέστη γρήγορα αντιληπτό ότι υπάρχει μια ανάγκη διαχείρισης του εναέριου χώρου για την διευκόλυνση των πτήσεων και την παροχή της απαραίτητης ασφάλειας στις πτήσεις αυτές.

Ο λεγόμενος Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας (EEK) αποτελεί μία διεθνή υπηρεσία που προσφέρεται στους αεροναυτιλομένους με κύριο σκοπό την διατήρηση αποστάσεων ασφαλείας μεταξύ των πτήσεων και δευτερεύοντα σκοπό την παροχή πληροφοριών που αφορούν στην ασφάλεια των πτήσεων, όπως συνθήκες καιρού, διαθεσιμότητα βοηθημάτων ναυτιλίας και κατάσταση αεροδρομίων. Σε περίπτωση διαπίστωσης απώλειας επαφής με κάποια πτήση επί υποθετικού ή διαπιστωμένου κινδύνου γι αυτήν, προβαίνει άμεσα σε ενεργοποίηση διαδικασιών με σκοπό την παροχή βοήθειας ή έρευνας. Ο συνήθης, διεθνής όρος που χρησιμοποιείται γι αυτήν την υπηρεσία είναι ATC (Air Traffic Control).

Το σύνολο των βοηθητικών υπηρεσιών που ενισχύουν το παραπάνω βασικό έργο, συμπεριλαμβανομένου και του Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας, περιγράφονται απ τον όρο ATS (Air Traffic Services) και στην ελληνική γλώσσα αποδίδονται και με τον γενικό όρο Υπηρεσίες Αεροναυτιλίας.

Μετά το 1990, αρχής γενομένης από τον Ευρωπαϊκό χώρο, το Eurocontrol ίδρυσε μια πρόσθετη υπηρεσία η οποία προαποφασίζει για την ώρα αναχώρησης κάθε πτήσης που

εισέρχεται στον εναέριο Ευρωπαϊκό χώρο με σκοπό να περιορίσει σε όρια ασφαλείας τον αριθμό πτήσεων σε κάθε περιοχή που ασκείται ΕΕΚ. Η υπηρεσία αυτή είναι γνωστή με τον αγγλικό όρο CFMU (Central Flow Control Management Unit) η οποία έκτοτε δρα σαν αναπόσπαστο κομμάτι του (Ευρωπαϊκού) συστήματος ΕΕΚ.

Επί πλέον έχουν οργανωθεί αναγκαίες υπηρεσίες που δρουν παράλληλα με την ΕΕΚ για την στοιχειοθέτηση και διανομή των πολλαπλών πληροφοριών που είναι αναγκαίο να διατίθενται προς τους πιλότους σε μόνιμη, εποχιακή ή παροδική βάση. Ακόμα λειτουργούν υπηρεσίες που ασχολούνται με την συντήρηση και εφαρμογή πολύπλοκων και εντελώς εξειδικευμένων ηλεκτρονικών συστημάτων, σχεδιασμού εναερίου χώρου και τηρήσεως πολλών ειδικών κανονισμών ασφαλείας. Ένας γενικότερος διεθνής όρος που περιλαμβάνει όλες αυτές τις δραστηριότητες είναι ο ATM (Air Traffic Management), ο οποίος χρησιμοποιείται παράλληλα με εκείνον του ATC και συχνά για το πλατύ κοινό ταυτίζεται μαζί του.

2.1.1 Σύντομη ιστορία και εξέλιξη του ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας

Η ανάγκη παροχής πληροφοριών καιρού, πλοήγησης και αποφυγής εναέριων συγκρούσεων για τους αεροναυτιλομένους ξεκίνησε στην Ευρώπη, κυρίως μεταξύ Αγγλίας και Γαλλίας, το 1921, μετά από ένα αεροπορικό ατύχημα. Εντούτοις δεν υπήρξε επίσημη έναρξη μιας οργανωμένης υπηρεσίας.

Μετά το 1930 ωστόσο στις ΗΠΑ η ύπαρξη πολλών πτήσεων αεροταχυδρομείου που πετούσαν καθημερινά μεταξύ των διαφόρων πολιτειών προκάλεσε επικίνδυνες προσεγγίσεις αεροπλάνων και επίσης απαίτησε την οργάνωση δικτύου επιγείων βοηθημάτων αεροναυτιλίας και παροχής πληροφοριών για την συνεχή και κατά το δυνατόν καθημερινή εκτέλεση των πτήσεων.

Το 1932 οι αεροπορικές εταιρείες αποφάσισαν να εκπονήσουν ένα σύστημα για την δική τους κατ' αρχήν ασφάλεια στον χώρο των Νοτιοανατολικών ΗΠΑ. Ο Earl Ward, πιλότος αεροταχυδρομείων, εργάστηκε προς αυτήν την κατεύθυνση και επινόησε πρώτος ένα σύστημα παροχής πληροφοριών μέσω ασυρμάτου και ορατών σημάτων εδάφους ενώ προώθησε ένα δίκτυο φωτεινών φάρων που καθοδηγούσαν οπτικά τους πιλότους στην διαδρομή τους σε συνδυασμό με αναφορές όταν περνούσαν από πάνω τους για τον έλεγχο της προόδου κάθε πτήσης και υπολογισμού της θέσης της. Έτσι ιδρύθηκε το πρώτο δίκτυο «αεροδιαδρόμων» και διατυπώθηκαν οι πρώτοι βασικοί κανονισμοί εναέριας κυκλοφορίας με έδρα το αεροδρόμιο του Κλήβελαντ.

Το 1934 υπήρχαν τουλάχιστον 20 παρόμοια επίγεια κέντρα παρακολούθησης των πτήσεων με πλήρη τηλεφωνική επικοινωνία μεταξύ τους και σχεδόν όλα τα αεροπλάνα εφοδιάστηκαν με ασύρματο.

Επίσης υιοθετήθηκε σύστημα καταγραφής των αναφορών σε λωρίδες χάρτου ενώ σε ένα μεγάλο χάρτη κινούσαν ειδικά σημάδια που έδειχναν την θέση κάθε πτήσης όπως εκτιμόντουσαν από τις αναφορές των πιλότων, τις αποστάσεις την ώρα και τις ταχύτητες. Ο άμεσος βοηθός του Ward, ονόματι Glen Gilbert ανέλαβε να κωδικοποιήσει όλο το σύνολο των κανόνων μεταξύ των πιλότων και των υπαλλήλων που παρακολουθούσαν τις πτήσεις στα κέντρα αυτά εκδίδοντας ειδικά εγχειρίδια.

Χάρης στον Γκίλμπερτ δόθηκε και μια άλλη διάσταση στο έργο αυτών των υπαλλήλων. Αναγνωρίστηκε ότι την ασφαλή καθοδήγηση των πτήσεων θα αναλάμβαναν πλέον τα επίγεια κέντρα εκδίδοντας εντολές στις οποίες θα υπάκουαν όλοι οι πιλότοι που πετούσαν μέσα στην ίδια περιοχή και αναλαμβάνοντας εκείνα την ευθύνη διαχωρισμού των πτήσεων κι όχι οι πιλότοι μεταξύ τους. Έκτοτε καθιερώθηκε ο όρος «έλεγχος» στο ήδη υπάρχον σύστημα «εναέριας κυκλοφορίας» κι απ το 1934-35 ο όρος εμφανίζεται επίσημα για πρώτη φορά με την πλήρη του μορφή σαν Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας (EEK)

Διαπιστώθηκε ότι όλοι αυτοί οι κανονισμοί δεν θα είχαν αξία παρά μόνο αν όλοι ανεξαιρέτως οι αεροναυτιλόμενοι υπάκουαν σε αυτούς και παράλληλα έγινε αντιληπτό ότι επρόκειτο για ένα δαπανηρό σύστημα που ξεπερνούσε τα όρια των εταιρειών ενώ επρόκειτο στην ουσία για μια δημόσια Κοινωνική υπηρεσία. Η κυβέρνηση των ΗΠΑ (ΦΝ Ρούσβελτ) που αντιλήφθηκε την οικονομική σημασία της ανάπτυξης των αερομεταφορών αποφάσισε να αναλάβει το σύστημα υπό την κρατική κηδεμονία. Το 1936 η συντήρηση των φαρών διαδρομής και το σύστημα των αεροδιαδρόμων σε όλη τη χώρα περιήλθε στον προϋπολογισμό του κράτους αν και η λειτουργία των αεροδρομίων παρέμεινε υπό το παλαιό καθεστώς. Μεταξύ των ετών 1941-44 η νεοϊδρυθείσα Αμερικανική Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (CAA = Civil Aviation Authority) ανέλαβε και τα αεροδρόμια και τους πύργους ελέγχου μέσα σε αυτά, κάπου 115 ως τότε.

Η βασική διάρθρωση αυτή του EEK μέσω των Υπηρεσιών Πολιτικής Αεροπορίας χρησιμοποιήθηκε σαν μοντέλο που υιοθετήθηκε αργότερα από όλες τις χώρες.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι το 2011-12 η Ευρωπαϊκή Ένωση προωθεί προς ψήφιση κάτι παρόμοιο για όλες τις χώρες- μέλη της αναλαμβάνοντας την κατάρτιση ενός συστήματος Πανευρωπαϊκού EEK, που φέρει το όνομα SES (Single European Sky).

2.1.2 Κανόνες πτήσης σύμφωνα με τον ICAO

Η εναέρια κυκλοφορία οργανώνεται κάτω από δύο κατηγορίες κανόνων, οι οποίοι εξαρτώνται από τις συνθήκες καιρού, το μέγεθος των αεροσκαφών καθώς επίσης από τη θέση και το υψόμετρο των πτήσεων. Οι δύο κατηγορίες κανονισμών που υπάρχουν είναι:

- κανόνες πτήσης που στηρίζονται στην οπτική εποπτεία που έχει ο πιλότος (Visual Flight Rules, VFR),
- κανόνες πτήσης που πραγματοποιούνται με τη βοήθεια οργάνων (Instrument Flight Rules, IFR).

Μια πτήση ακολουθεί κανόνες VFR όταν οι καιρικές συνθήκες είναι αρκετά καλές για την πτήση των αεροσκαφών. Οι λειτουργίες της IFR επιλέγονται όταν η ορατότητα δεν είναι επαρκώς εξασφαλισμένη ή όταν οι πυκνότητες της εναέριας κυκλοφορίας απαιτούν τις συνθήκες ελέγχου IFR Υπάρχουν και οι ειδικές πτήσεις VFR που είναι ελεγχόμενες πτήσεις εξ όψεως με εξουσιοδότηση από τον έλεγχο εναέριας κυκλοφορίας.

Καθοριστικός έλεγχος εναέριας κυκλοφορίας ασκείται μόνο στις πτήσεις συνθηκών IFR. Οι κανόνες αυτοί απαιτούν τον προσδιορισμό ειδικών πορειών και υψών για τη διαφύλαξη της ελάχιστης απόστασης μεταξύ των αεροσκαφών. Στις συνθήκες VFR δεν υπάρχει ουσιαστικά έλεγχος στη διαδρομή εκτός από τις περιοχές όπου προδιαγράφεται. Οι χειριστές αεροσκαφών έχουν την πλήρη εποπτεία της πτήσης.

Η ελάχιστη ορατότητα για να εκτελεσθεί μία πτήση VFR είναι 5-8 km, η οριζόντια απόσταση από τα νέφη 1,5 km και η κατακόρυφη απόσταση από τα νέφη 300 m. Τα ελάχιστα ύψη πάνω από κατοικημένες περιοχές είναι 300 m, ενώ πάνω από ύπαιθρο και θαλάσσιες περιοχές είναι 150 m.

2.1.3 Δομή του εναέριου χώρου του FIR Αθηνών

Το FIR Αθηνών συνορεύει με τα αντίστοιχα FIR των Τιράνων, των Σκοπίων, της Σόφιας, της Κωνσταντινούπολης, της Λευκωσίας, του Καΐρου της Μάλτας, της Ρώμης, και του Μπρίντεζι.

Αποτελείται από το δίκτυο των ελεγχόμενων αεροδιαδρόμων που υλοποιούνται από ραδιοναυτλιακά βοηθήματα (VOR, DVOR, TVOR, NDB), τις ζώνες ελέγχου των αεροδρομίων, τις στρατιωτικές περιοχές ελέγχου, τις ζώνες κυκλοφορίας των πολιτικών και στρατιωτικών αεροδρομίων και τις απαγορευμένες, επικίνδυνες και περιορισμένες περιοχές καθώς και περιοχές όπου εκτελούνται ειδικές πτήσεις.

2.2 Αεροδιάδρομοι

Τα αεροσκάφη κατά τη διαδρομή τους από τα σημεία αναχώρησης στα σημεία άφιξης ακολουθούν συγκεκριμένες σχεδιασμένες πορείες που αναφέρονται ως αεροδιάδρομοι (airways). Έχουν συνήθως ελάχιστο πλάτος 5 km εκατέρωθεν του άξονα του αεροδιαδρόμου. Ο σκοπός των αεροδιαδρόμων είναι να διαφυλάξουν τις διαδρομές πτήσεων των αεροσκαφών που εκτελούν πτήσεις μεταξύ δύο προορισμών».

2.2.1 Η αναγκαιότητα των αεροδιαδρόμων

Τα αεροσκάφη κατά τη διαδρομή τους από τα σημεία αναχώρησης στα σημεία άφιξης ακολουθούν συγκεκριμένες σχεδιασμένες πορείες που αναφέρονται ως αεροδιάδρομοι (airways). Έχουν συνήθως ελάχιστο πλάτος 5 km εκατέρωθεν του άξονα του αεροδιαδρόμου. Ο σκοπός των αεροδιαδρόμων είναι να διαφυλάξουν τις διαδρομές πτήσεων των αεροσκαφών που εκτελούν πτήσεις μεταξύ δύο προορισμών

2.2.2 Οι πρώτοι διεθνείς αεροδιάδρομοι

Μεταπολεμικά η Αγγλία ήταν η πρώτη Ευρωπαϊκή χώρα στην οποία οι υπηρεσίες ΕΕΚ ξεκίνησαν μια συστηματική οργάνωση και τυποποίηση. Ιδρύθηκε κέντρο ΕΕΚ, καθιερώθηκαν τοπικοί κανονισμοί, παρόμοιοι αν κι όχι πάντα ταυτόσημοι με εκείνους στις ΗΠΑ, κι ιδρύθηκαν οι πρώτοι Ευρωπαϊκοί αεροδιάδρομοι. Η χάραξή τους πάνω στον χάρτη έγινε με έγχρωμα μολύβια (σαν μαρκαδόρους) και ονομάστηκαν με βάση το πρώτο γράμμα του χρώματος που είχαν και έναν αριθμό μετά, πχ B1 από το Blue και το 1, G12 από το Green και το 12 κ.ο.κ..

Σχεδόν όλοι οι αεροδιάδρομοι που χαράχτηκαν τότε επιζούν ως τις μέρες μας και εκτείνονται πολύ πέραν της Ευρώπης με χαρακτηριστικό τον A1 (Amber + 1), το πρώτο που δημιουργήθηκε, που φτάνει απ την Αγγλία ως την ...Ινδία. Την Ελλάδα διασχίζουν μερικοί από αυτούς τους πολύ πρώιμους διαδρόμους, όπως ο

- B1: Διατρέχει την Αγγλία, Ολλανδία, Γερμανία φτάνοντας στα βόρεια σύνορά μας και μετά ακολουθεί την διαδρομή Θεσσαλονίκης, Σκοπέλου, Αθήνας, Μεθάνων, Παλαιοχώρας Κρήτης και καταλήγει στην Λιβύη
- A14: Ξεκινάει απ το Μιλάνο, φτάνει στο Μπρίντεζι κι ακολουθεί την διαδρομή Κέρκυρα, Αραξο, Τρίπολη, Μήλο, Σητεία και καταλήγει στην Μέση Ανατολή κ.ο.κ.

Από τότε η προσθήκη πολύ περισσότερων διαδρόμων σε μεγάλη αφθονία επέβαλε την χρήση γραμμάτων πολύ πέρα των αρχικών των χρωμάτων οπότε το χρώμα δεν αναφέρεται πλέον καθόλου στην ονομασία τους. Επίσης ο εναέριος χώρος χαρακτηρίστηκε σε Κατώτερο κι Ανώτερο με διαχωριστική γραμμή το ύψος των 20.000-24.000 ποδών στην Ευρώπη και 18.000 στις ΗΠΑ, διαχωρίζοντας θεωρητικά τον χώρο των πλέον αργών κι ελαφρών πτήσεων κι εκείνο, τον Ανώτερο, που επρόκειτο να κυριαρχηθεί από τα ταχύτερα νέα αεριοθούμενα επιβατηγά αεροπλάνα.

2.2.3 Διάκριση των αεροδιαδρόμων κατά το σύστημα VOR

«Όπως προαναφέρθηκε, στην αρχή δινόντουσαν σχηματικές επί χάρτου παραστάσεις των αεροδιαδρόμων με μια χρωματική σχεδίαση. Αργότερα για τον ακριβή τους διαχωρισμό σε κάθε αεροδιάδρομο δόθηκε και ένας αριθμός.

Η κίνηση στους αεροδιάδρομους κατανέμεται ανάλογα με την κατεύθυνση σε αντίστοιχα μονά ή ζυγά επίπεδα.

Ακολουθώντας την ανάπτυξη των χαμηλών και μέσων συχνοτήτων καθιερώθηκε το σύστημα VOR (Very High Frequency Omni Directional Range).

Κάθε σταθμός VOR έχει μια διακεκριμένη συχνότητα, στην οποία ο χειριστής αεροσκάφους μπορεί να συντονιστεί διατηρώντας μια πορεία από τον ένα σταθμό στον άλλο. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος σε σχέση με το κλασσικό NDB είναι:

- τα VOR είναι σχετικά ανεπηρέαστα από το στατικό ηλεκτρισμό.
- είναι πολύ εύκολο για τους χειριστές αεροσκαφών να καθορίζουν την εναέρια θέση τους.

Το σύστημα VOR από μόνο του υπήρξε για 30 χρόνια το διεθνές, μεγάλο βεληνεκούς βοήθημα του ICAO και στηρίζεται στην επικοινωνία με ένα σηματοδότη εδάφους. Αυτός ο σηματοδότης μεταδίδει ένα σήμα από το οποίο μεταδίδει ένα σήμα από το οποίο ένας εναέριος δέκτης μπορεί να αποφασίσει για το κράτημα του αεροσκάφους. Με αυτόν τον τρόπο παρέχεται μια απλή μέθοδος πτήσης, είτε από είτε προς το σταθμό εδάφους.. Το σύστημα Doppler VOR, που ονομάζεται έτσι από τότε που η ευρέως γνωστή αρχή doppler χρησιμοποιείται στη δημιουργία των σημάτων των σηματοδοτών εδάφους, έχει βελτιώσει αξιοσημείωτα τη λειτουργία του συστήματος VOR.

2.3 Πλοήγηση περιοχής (RNAV).

Η πλοήγηση περιοχής (AREA NAVIGATION, RNAV) παρέχει μια προσαρμόσιμη δυνατότητα πορείας και επιτρέπει καλύτερη χρησιμοποίηση του εναέριου χώρου. Με αυτόν τον τρόπο περιορίζει τις καθυστερήσεις δίνοντας τη δυνατότητα για πιο οικονομικές λειτουργίες του αεροσκάφους. Η RNAV εγκαθιδρύει παράλληλες πορείες χωρίς να απαιτούνται συμπληρωματικά βοηθήματα στο έδαφος. Επίσης δίνει δυνατότητα για περισσότερες πορείες διεύθυνσης από ένα σημείο σε ένα άλλο, παρέχοντας έτσι κοντινότερες διαδρομές και πορείες γύρω από καταιγίδα χωρίς τη συνεχή καθοδήγηση ραντάρ. Η RNAV στους τερματικούς χώρους παρέχει περισσότερες διαδρομές - πορείες από και προς το αεροδρόμιο.

Η πλοήγηση περιοχής τελειοποιείται με την εγκατάσταση ειδικών υπολογιστών στο χειριστήριο του αεροσκάφους, οι οποίοι συντονίζονται προς τους σταθμούς VOR/DME και παρέχουν πληροφορίες όπως η απόσταση του αεροσκάφους από το σταθμό VOR και το αζιμούθιο του αεροσκάφους σχετικά με το σταθμό VOR.

Συμπερασματικά η πλοήγηση περιοχής έχει τα πλεονεκτήματα αφενός της αύξησης της χωρητικότητας του εναέριου χώρου με πρόσθετη ασφάλεια και αφετέρου της μείωσης τον φόρτου εργασίας των χειριστών και ελεγκτών εναέριας κυκλοφορίας.

2.3.1 Η Eurocontrol

Στην Ευρώπη έγινε στα τέλη του 1960 προσπάθεια συνεργασίας μεταξύ των εθνικών συστημάτων ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας. Συγκεκριμένα το 1960 στις Βρυξέλλες έξι κράτη (Αγγλία, Γερμανία, Γαλλία, Ολλανδία, Βέλγιο, Λουξεμβούργο) υπέγραψαν διεθνή σύμβαση συνεργασίας στον τομέα της εναέριας κυκλοφορίας, στην οποία συμφώνησαν την από κοινού ρύθμιση της εναέριας κυκλοφορίας στον ανώτερο εναέριο χώρο. Το 1965 προστέθηκε και η Ιρλανδία, ενώ αυτή τη στιγμή στους κόλπους της EUROCONTROL συνεργάζονται οι λοιπές χώρες-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (φυσικά και η Ελλάδα), η Τουρκία, κ.λπ.

Η EUROCONTROL ίδρυσε τα κέντρα ελέγχου στο Maastricht (1972) και στην Calshrue (1977), Οι σκοποί για τους οποίους ιδρύθηκε επιτεύχθηκαν μόνο εν μέρει. Το 1983 οι υπουργοί Μεταφορών των κρατών-μελών της EUROCONTROL επανατοποθέτησαν το όριο ελέγχου των κέντρων ελέγχου Maastricht και calshrue από το επίπεδο πτήσης FIR(Flight Level fl) 200* στο μ) στο FL 300, ενώ ο οργανισμός

εστίασε το έργο του στη μελέτη και ανάπτυξη συστημάτων ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας, στην ομογενοποίηση των συστημάτων σε ευρωπαϊκό επίπεδο και στη ρύθμιση της ροής των πτήσεων στην Ευρώπη από ένα ενιαίο κέντρο, κάτι που ισχύει από τα μέσα της δεκαετίας του 1990.

2.3.2 Περιοχή Πληροφοριών Πτήσεων (FIR)

Ο έλεγχος εναέριας κυκλοφορίας ασκείται από κάθε κράτος σε μια εναέρια περιοχή η οποία περιλαμβάνει τόσο τον εθνικό εναέριο χώρο (την εναέρια περιοχή πάνω από το έδαφος και τα εθνικά χωρικά ύδατα), μέσα στον οποίο κάθε κράτος ασκεί κυριαρχικά τον έλεγχο, όσο και το διεθνή εναέριο χώρο (την εναέρια περιοχή πάνω από τα διεθνή ύδατα), μέσα στον οποίο κάθε κράτος έχει ορισμένες αρμοδιότητες ελέγχου και συντονισμού της εναέριας κυκλοφορίας που του παραχωρήθηκαν από τον ICAO, δεν μπορεί όμως να ασκήσει κυριαρχικά δικαιώματα. Η περιοχή αυτή, γνωστή ως FIR (Flight Information Region), εκτείνεται καθ' ύψος από την επιφάνεια του εδάφους και της θάλασσας θεωρητικά μέχρι το άπειρο και ανάλογα με τη νομοθεσία κάθε χώρας.

Το FIR Αθηνών συνορεύει με τα αντίστοιχα FIR των Τιράνων, των Σκοπίων, της Σόφιας, της Κωνσταντινούπολης, της Λευκωσίας, του Καΐρου της Μάλτας, της Ρώμης, και του Μπρίντζι.

Αποτελείται από το δίκτυο των ελεγχόμενων αεροδιαδρόμων που υλοποιούνται από ραδιοναυτικά βοηθήματα (VOR, DVOR, TVOR, NDB), τις ζώνες ελέγχου των αεροδρομίων, τις στρατιωτικές περιοχές ελέγχου, τις ζώνες κυκλοφορίας των πολιτικών και στρατιωτικών αεροδρομίων και τις απαγορευμένες, επικίνδυνες και περιορισμένες περιοχές καθώς και περιοχές όπου εκτελούνται ειδικές πτήσεις.

2.4 Διαδικασίες του συστήματος έλεγχου εναέριας κυκλοφορίας (eek)

2.4.1 Σχέδιο Πτήσης

Σύμφωνα τους κανονισμούς, οι χειριστές αεροσκαφών καταθέτουν ένα σχέδιο πτήσης στο οποίο πρέπει να αναφέρονται:

- αναγνωριστικά του αεροσκάφους
- επιλογή του τύπου της πτήσης με βάση την οποία ο κυβερνήτης του αεροσκάφους επιθυμεί να κινηθεί (IER, VER)
- αριθμό της πτήσης και τύπο του αεροσκάφους, κωδικό χαρακτηριστικό του

αεροσκάφους

- τα αεροδρόμια αναχώρησης και προορισμού
- εναλλακτικά αεροδρόμια προορισμού
- ταχύτητα κίνησης του αεροσκάφους
- η επιλεγμένη διαδρομή της πτήσης (αεροδιάδρομος)
- αν πρόκειται για πτήση εξωτερικού, τους υπολογιζόμενους χρόνους στους οποίους το αεροσκάφος θα βρίσκεται στα σημεία εισόδου του FIR.

Το Κέντρο Ελέγχου μπορεί να καθορίσει στη συνέχεια με έλεγχο πότε τα σχέδια πτήσης είναι δυνατόν να εγκριθούν, έτσι ώστε να παρέχεται ασφαλής διαχωρισμός μεταξύ των αεροσκαφών. Αλλαγές στα σχέδια πτήσης αναφορικά με τη διεύθυνση και το ύψος γίνονται ανάλογα με την κυκλοφοριακή πυκνότητα με έγκριση του Κέντρου Ελέγχου,

Τα μέσα ελέγχου που διαθέτει το Κέντρο Ελέγχου είναι:

- επικοινωνίες εδάφους-αέρος για άμεση επικοινωνία με τους χειριστές
- ραντάρ μακράς εμβέλειας που παρέχει πληροφορίες αναγνώρισης αεροσκάφους, θέσης, απόστασης, ύψους και ταχύτητας, που βοηθούν τους ελεγκτές να επιτύχουν τον ασφαλή επιθυμητό διαχωρισμό
- ένα πολύπλοκο σύστημα επικοινωνιών με τα γειτονικά FIR καθώς και με άλλα αεροδρόμια της χώρας και σύστημα ενδοεπικοινωνίας με άλλους τομείς του Κέντρου Ελέγχου (ψηλότερους/χαμηλότερους ή γειτονικούς) και με τον έλεγχο προσέγγισης
- ηλεκτρονικούς υπολογιστές που αυτοματοποιούν τη γραφική εργασία
- χάρτες ναυτιλίας
- στοιχεία σχεδίων πτήσεων, αναφορές χειριστών.

2.4.2 Έλεγχος Προσέγγισης

Ο έλεγχος προσέγγισης έχει δικαιοδοσία για ρύθμιση εναέριας κυκλοφορίας (αναχωρήσεις -αφίξεις) σε μια περιοχή 40 έως 60 ναυτικά μίλια από το αεροδρόμιο και σε επίπεδο πτήσης κάτω από 7.500 m. Η ευθύνη για τα αεροσκάφη που πρόκειται να αφιχθούν μεταβιβάζεται από τον τομέα του Κέντρου Ελέγχου που ήταν υπεύθυνος για τον έλεγχο τους στον Έλεγχο Προσέγγισης. Το αντίστροφο γίνεται στην αναχώρηση πτήσης, οπότε η ευθύνη για τα αεροσκάφη μεταβιβάζεται από τον Πύργο Ελέγχου Αεροδρομίου στον Έλεγχο Προσέγγισης, κ.ο.κ. Ο Έλεγχος Προσέγγισης έχει συγκεκριμένη συχνότητα, στην οποία πρέπει να καλέσουν τα αεροσκάφη όταν πρόκειται να ζητήσουν έλεγχο.

Σκοπός του Ελέγχου Προσέγγισης είναι να εξασφαλίζει ασφαλή διαχωρισμό στα αεροσκάφη και να τα καθοδηγεί μέσω μιας διαδικασίας οδηγιών (αναφορικά με την πορεία που πρέπει να ακολουθήσουν, τα ύψη που πρέπει να τηρούν, τους ελιγμούς που πρέπει να εκτελούν, την αυξομείωση της ταχύτητας και το ρυθμό ανόδου/καθόδου) προς την τελική ευθυγράμμιση με τη νοητή προέκταση του διαδρόμου. Σε περίπτωση κακοκαιρίας, το αεροσκάφος πρέπει να καθοδηγηθεί μέχρι το κατώφλι του διαδρόμου προσγειώσεων-απογειώσεων. Επίσης για τα αναχωρούντα αεροσκάφη τα οποία

εκτελούν μια καθορισμένη διαδικασία πρέπει να εξασφαλίζει ασφαλή διαχωρισμό, σύμφωνα με τα τεχνικά μέσα και τις ειδικές συνθήκες ελέγχου για κάθε τερματική περιοχή.

2.4.3 Πύργος Ελέγχου Αεροδρομίου

Ο Πύργος Ελέγχου Αεροδρομίου επιβλέπει την κυκλοφορία μέσα στο αεροδρόμιο και σε ακτίνα 8+10 m γύρω από την περιοχή του (θεωρητικά προς τα σημεία επαφή). Είναι υπεύθυνος να εκδίδει άδειες πτήσης για όλα τα αναχωρούντα αεροσκάφη καθώς επίσης και να καθοδηγεί τους χειριστές τους με πληροφορίες ανέμου, θερμοκρασίας, βαρομετρικής πίεσης, ορατότητας και οδηγίες συνθηκών για το κατάστρωμα του διαδρόμου.»

Παρέχει άδειες για τροχοδρόμηση, καθώς και εξουσιοδοτήσεις της διαδρομής που ακολουθείται μετά την απογείωση για τα αναχωρούντα αεροσκάφη. Επίσης παρέχει άδειες για προσγείωση στα αφικνούμενα αεροσκάφη.

Ο πύργος ελέγχου στεγάζει τις αντίστοιχες εγκαταστάσεις και υπηρεσίες που επιβλέπουν και κατευθύνουν την κυκλοφορία των αεροπλάνων στον εναέριο χώρο που περιβάλλει το αεροδρόμιο, στους διαδρόμους και τροχοδρόμους.

Αυτές οι λειτουργίες επιβάλλουν την εκλογή τοποθεσίας για την εγκατάσταση του πύργου πού να επιτρέπει την απρόσκοπτη θέα της περιοχής του αεροδρομίου έτσι ή εγκατάσταση και το ύψος του πύργου επιλέγονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι διάδρομοι, οι τροχοδρόμοι, τα υπόστεγα και ο άμεσος εναέριος χώρος να είναι ευδιάκριτοι ακόμη στη περίπτωση μελλοντικών επεκτάσεων του αεροδρομίου.

Γενικά, η θέση του πύργου είναι προς το κέντρο του αεροδρομίου. Σε μερικές περιπτώσεις στο κτίριο των επιβατών (αεροδρόμια Βερολίνου, Μόσχας, Χαρτούμ, κλπ), άλλοτε στην κεντρική περιοχή του αεροσταθμού (αεροδρόμια Ντάλλας, Σαν Φραντσίσκο κλπ) και σε άλλες περιπτώσεις σε ιδιαίτερο κτίριο μη συνδεδεμένο με τον αεροσταθμό. (Ελ. Βενιζέλος κλπ).

Στο υψηλότερο επίπεδο του πύργου υπάρχει ένας ενιαίος χώρος με εποπτεία προς όλες τις κατευθύνσεις. Οι τοίχοι του είναι από μεταλλικό σκελετό και υπάρχουν κρύσταλλα συνήθως αντιηλιακά. Ο χώρος αυτός πρέπει να εξασφαλίζει την τοποθέτηση πάγκων εργασίας, οθόνες για ραντάρ, συσκευές ραδιοεπικοινωνίας κλπ. Η ομάδα ατόμων που εργάζεται στον χώρο αυτό μπορεί να αποτελείται από 4-6 άτομα.

Στους χαμηλότερους ορόφους βρίσκονται οι εγκαταστάσεις και υπηρεσίες ελέγχου της εναέριας κυκλοφορίας. Οι σχετικοί χώροι που απαιτούνται είναι μεγαλύτεροι και εξαρτώνται από το μέγεθος της μέγιστης αιχμής πού μπορεί να σημειωθεί στην εναέρια κυκλοφορία. Ο εξοπλισμός με πίνακες παρακολούθησης, εγκαταστάσεις ραδιοεπικοινωνίας οθόνες ραντάρ, εγκαταστάσεις ελέγχου υψομετρικής θέσης και αποστάσεως των α/φ κλπ. είναι πολύπλοκος. Καλές συνθήκες κλιματισμού πολλές φορές είναι αναγκαίες συναρτώμενες με την ευαισθησία των εγκαταστάσεων. Η ορατότητα στους χώρους αυτούς δεν είναι αναγκαία μια και όλος ο έλεγχος στηρίζεται σε ηλεκτρονικά μέσα

2.5 Επικοινωνίες έλεγχου εναέριας κυκλοφορίας

2.5.1 Τηλεπικοινωνίες Αέρα – Εδάφους

«Οι τηλεπικοινωνίες διεξάγονται με πομπούς και δέκτες εγκατεστημένους στο έδαφος και στο αεροσκάφος. Τα πολιτικά αεροσκάφη χρησιμοποιούν συχνότητες VHF (Very High Frequency) ραδιοφώνου (118-136 MHz), ενώ τα στρατιωτικά αεροσκάφη συχνότητες UHF (ULTRA HIGH FREQUENCY). Οι επικοινωνίες αέρα-εδάφους είναι αναγκαίες καθώς παρέχουν οδηγίες πτήσης κατά τη διαδρομή των αεροσκαφών (καιρικές συνθήκες, αλλαγές σχεδίου πτήσης).

Καθώς η κίνηση των αεροσκαφών αυξάνει, αυξάνει και η ζήτηση διαύλων επικοινωνίας του Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας (EEK) με τα ελεγχόμενα αεροσκάφη. Δυστυχώς τα φάσμα που διατίθεται για την πολιτική αεροπορία είναι περιορισμένο και με την υψηλή διεθνή ζήτηση διαφόρων τύπων επικοινωνιών δεν είναι πλέον δυνατόν να αυξηθεί. Ο μόνος τρόπος είναι να χωρέσουν περισσότεροι δίαυλοι στην ίδια περιοχή φάσματος. Με άλλα λόγια θα πρέπει οι δίαυλοι να γίνουν πιο στενοί.

Ο έλεγχος εναέριας κυκλοφορίας καθορίζεται διεθνώς από συμφωνίες στα πλαίσια του ICAO που καταλήγουν στην εφαρμογή καθιερωμένων σχημάτων και μεθόδων για τη μετάδοση μηνυμάτων, καθώς επίσης και σε μια εξίσου μεγάλης σημασίας κατηγορία προτεραιοτήτων που συνδέεται με αυτά τα μηνύματα. Το Αεροναυτικό Δίκτυο Σταθερών Τηλεπικοινωνιών (Aeronautical Fixed Telecommunication network, AETN) παρέχει μια σχετικά γρήγορη και αποτελεσματική μέθοδο επικοινωνίας για αεροναυτικές πληροφορίες, ειδικά για μεγάλες αποστάσεις και παραλήπτες πολλαπλών διευθύνσεων.

- Στην Ελλάδα το AETN εξυπηρετεί τη σύνδεση του Κέντρου Ελέγχου Περιοχής Αθηνών (FIR Αθηνών) με τα κέντρα ελέγχου των γειτονικών FIR. Επίσης εξυπηρετεί τη σύνδεση στο εσωτερικό της χώρας με τις υπηρεσίες EEK, τα αεροδρόμια Θεσσαλονίκης, Κέρκυρας, Ρόδου, Ηρακλείου κ.λπ., το γραφείο διεθνών αγγελιών του αεροδρομίου Αθηνών, τις αεροπορικές εταιρείες και την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία.

2.5.2 Συστήματα που χρησιμοποιούν τα αεροσκάφη κατά την εναέρια διαδρομή τους

Τα συστήματα VOR χρησιμοποιούν πολύ υψηλές συχνότητες (η περιοχή συχνοτήτων κυμαίνεται στο εύρος 108,8+117,95 MHz), με έξοδο ισχύος προσαρμοσμένη στη λειτουργική περιοχή εξυπηρέτησης και παρέχουν μεγάλη αξιοπιστία,

Η εμβέλεια του VOR δεν ξεπερνά τα 300-400 km, ενώ επιπρόσθετα πρέπει να υπάρχει οπτική επαφή με το αεροσκάφος. Όταν το αεροσκάφος βρίσκεται σε χαμηλό ύψος και παρεμβάλλονται εμπόδια μεταξύ του δέκτη VOR (που βρίσκεται στο θάλαμο

διακυβέρνησης του αεροσκάφους) και του σταθμού VOR (εγκατεστημένου στο έδαφος), η λήψη αξιόπιστου σήματος είναι αδύνατη.

Η λειτουργία του συστήματος VOR έχει ως εξής: Το VOR στέλνει ραδιοσήματα προς κάθε κατεύθυνση, τα οποία μπορούν να προσδιορίσουν τη διαδρομή που ακολουθεί το αεροσκάφος. Δημιουργούνται έτσι 360 ακτίνες (radials) ξεκινώντας από τις 0° του μαγνητικού Βορρά.

Οι σταθμοί VOR εγκαθιδρύουν το δίκτυο των αεροδιαδρόμων και τις πορείες των αεροσκαφών που είναι αναγκαίες για την αεροπλοήγηση. Η ακρίβεια της ενδεικνυόμενης πορείας ευθυγράμμισης είναι σε αποδεκτή απόκλιση της τάξης της +1°. Ο δέκτης VOR στο θάλαμο διακυβέρνησης είναι ένα μηχάνημα που συντονίζεται στην επιθυμητή συχνότητα του πομπού VOR. Υπάρχει επίσης στο χειριστήριο του αεροσκάφους το PDI (Position Deviation Indicator, Δείκτης απόκλισης θέσης), το οποίο δείχνει την πορεία του αεροσκάφους σχετικά με την κατεύθυνση ως προς την επιθυμητή ακτίνα και τη θέση του αεροσκάφους πλευρικά της ακτίνας.

2.5.3 Συστήματα καθοδήγησης τερματικής περιοχής

Το ILS (Instrument Landing System) αποτελεί το πιο διαδεδομένο σύστημα ενόργανης προσγείωσης αεροσκαφών. Τα συστήματα LS διακρίνονται σε πέντε κατηγορίες, οι οποίες είναι:

- LS κατηγορίας 1: επιτρέπει προσγείωση αεροσκάφους με ελάχιστη ορατότητα τα 800 m,
- LS κατηγορίας 2: επιτρέπει προσγείωση αεροσκάφους με ελάχιστη ορατότητα τα 400 m,
- LS κατηγορίας 3: | επιτρέπει προσγείωση αεροσκάφους με ελάχιστη ορατότητα τα 200 m,
- LS κατηγορίας 3b: επιτρέπει προσγείωση αεροσκάφους με ελάχιστη ορατότητα τα 100 m,
- LS κατηγορίας 3c: επιτρέπει προσγείωση αεροσκάφους με μηδενική ορατότητα.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα LS περιλαμβάνει τέσσερις ή πέντε κατά περίπτωση συσκευές εκπομπής ραδιοκυμάτων, που είναι τοποθετημένες πάνω στο ίχνος του διαδρόμου και οι οποίες είναι:

- κατευθυντικός πομπός LOC (Localizer) που δείχνει στον πιλότο αν έχει αποκλίνει δεξιά ή αριστερά από τη σωστή τροχιά προσέγγισης στο διάδρομο,
- πομπός GP (GlidePath) που δείχνει στον πιλότο τη σωστή γωνία καθόδου προς το διάδρομο, που ποικίλλει από 2 έως 3 μοίρες συνήθως, μπορεί όμως να είναι και μεγαλύτερη,

- σημαντήρας OM (OuterMarker) ο οποίος πληροφορεί τον πιλότο πόσο έχει προχωρήσει στη διαδικασία της προσέγγισης. Τοποθετείται 4-5 ναυτικά μίλια από το άκρο του διαδρόμου,
- σημαντήρας MM (MiddleMarker) ο οποίος τοποθετείται 900 m από το κατώφλι του διαδρόμου (εκεί δηλαδή που τελειώνει η φωτεινή σήμανση προσέγγισης),
- σημαντήρας IM (InnerMarker) ο οποίος εγκαθίσταται προαιρετικά σε αεροδρόμια που λειτουργούν σε συνθήκες περιορισμένης ορατότητας. Τοποθετείται σε απόσταση 300 m από το κατώφλι του διαδρόμου και γνωστοποιεί στους πιλότους ότι αν σε εκείνο το σημείο δεν διακρίνουν το διάδρομο, θα πρέπει να εγκαταλείψουν την προσέγγιση.

Η λειτουργία του LS γίνεται ως εξής. Κάθε αεροσκάφος είναι εξοπλισμένο με ένα μηχάνημα (crosspointer) το οποίο έχει δύο δείκτες. Καθώς προσεγγίζει προς το αεροδρόμιο και συγκεκριμένα προς το διάδρομο, δέχεται εκπομπή ραδιοκυμάτων και η πορεία του για τον ακριβή προσδιορισμό του διαδρόμου καθορίζεται απ' αυτό το μηχάνημα. Το αεροσκάφος βρίσκεται πάνω στο ίχνος του διαδρόμου, όταν και οι δύο δείκτες είναι κάθετοι μεταξύ τους.

Το σύστημα ILS παρουσιάζει και μειονεκτήματα:

- καθορίζει μια μόνο τροχιά στο χώρο, την οποία τα αεροσκάφη πρέπει πουν. Αυτό αποτελεί ανασχετικό παράγοντα στη μελλοντική αύξηση της κυκλοφορίας,
- η λειτουργία του ILS επηρεάζεται αποφασιστικά από γειτονικά αντικείμενα, την ομαλή μετάδοση των σημάτων, η περιοχή γύρω από τις κεραίες πρέπει να είναι καθαρή, απαλλαγμένη από οχήματα, κινούμενα μεταλλικά αντικείμενα (αεροπλάνα, αυτοκίνητα) ή κτήρια,
- η αξιοπιστία του ILS είναι αμφίβολη, όταν το ύψος του αεροπλάνου από το έδαφος είναι μικρότερο από 60 m περίπου.

2.5.4 Σύστημα ενόργανης προσγείωσης με μικροκύματα MLS

Το σύστημα ενόργανης προσγείωσης με μικροκύματα MLS (Microwave Landing System) αναπτύχθηκε με σκοπό να αντικαταστήσει σταδιακά το ILS προσφέροντας όλα τα πλεονεκτήματα του LS και επιπροσθέτως δυνατότητες που το σύστημα ILS αδυνατούσε να προσφέρει.

Πιο συγκεκριμένα το MLS παρέχει πορείες για κάθε διεύθυνση εφόσον είναι εντός μιας περιοχής 20° - 60° εκατέρωθεν του κεντρικού διαδρόμου, ενώ ταυτόχρονα παρέχει μεγαλύτερο αριθμό γωνιών καθόδου (από 1 μέχρι 15") αντί της μιας γωνίας καθόδου που παρέχει το ILS. Επίσης το MLS είναι λιγότερο ευαίσθητο στην ανάμιξη των γύρω αντικειμένων σε σχέση με το LS. Με το MLS ο χειριστής του αεροσκάφους μπορεί να διαλέξει την επιθυμητή κατεύθυνση προς το διάδρομο με οποιαδήποτε κλίση καθόδου εντός φυσικά της πλευρικής και καθέτου κάλυψης του συστήματος.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος MLS είναι τα εξής:

- δυνατότητα ελάττωσης του θορύβου, επειδή τα αεροσκάφη κρατούνται σε υψηλά επίπεδα πτήσης πριν την κάθοδο προς το αεροδρόμιο,
- αύξηση της χωρητικότητας του διαδρόμου προσγειώσεων-απογειώσεων και μείωση του διαμήκους διαχωρισμού κατά την προσέγγιση,
- αποφυγή καθυστερήσεων στα holdings (κρατήσεις) λόγω πυκνότητας κυκλοφορίας, που συμβαίνουν σε ώρες εναέριας συμφόρησης.

Λόγω της βασικής χρήσης ψηφιακών τεχνικών, το MLS είναι από τη φύση του σταθερό και πιο εύχρηστο από το LS.

2.5.5 Ραντάρ ακριβούς προσέγγισης

Σε πολλά αεροδρόμια είναι εγκατεστημένο ακόμη ένα βοήθημα προσέγγισης, γνωστό ως ραντάρ ακριβούς προσέγγισης PAR (Precision Approach Radar). Ο εξοπλισμός του PAR εντοπίζεται στο γειτνιάζον έδαφος προς το διάδρομο προσγειώσεων-απογειώσεων. Αυτό το βοήθημα χρησιμοποιείται από μόνο του στη διαδικασία προσγείωσης ή συχνά σε συνδυασμό με το ILS.

Το σύστημα χρησιμοποιεί δύο κεραίες. Η μία σαρώνει το κατακόρυφο επίπεδο και η άλλη το οριζόντιο. Η οθόνη ραντάρ του PAR δίνει στον ελεγκτή μια εικόνα καθόδου του αεροσκάφους σε αζιμούθιο, απόσταση και ύψος επιτρέποντας ακριβή εκτίμηση της ευθυγράμμισης του αεροσκάφους σχετικά με την κατεύθυνση προσγειώσεων-απογειώσεων και τη γραμμή καθόδου. Έτσι ο χειριστής του αεροσκάφους μπορεί να υπολογίζει αν το αεροσκάφος βρίσκεται στη σωστή κλίση και στη σωστή ευθυγράμμιση. Η εμβέλεια του PAR είναι 15:10 km, αζιμούθιο 200 και ύψος 7°.

Ο εξοπλισμός του συστήματος PAR μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο στην τελική περιοχή προσέγγισης, όπου οι διορθώσεις δίνονται στον χειριστή με φωνητική επικοινωνία από τον ελεγκτή.

2.5.6 Ραντάρ εποπτείας αεροδρομίου

Σε πολλά μεγάλα αεροδρόμια έχει εγκατασταθεί η συσκευή ASR (Airport Surveillance Radar, Ραντάρ Εποπτείας Αεροδρομίου), που παρέχει μια συνολική εικόνα και πληροφορία της θέσης του αεροσκάφους μέσα στην τερματική περιοχή. Το ASR σαρώνοντας με αζιμούθιο 360° παρέχει πληροφορίες που δίνονται σε μια οθόνη ραντάρ του ελέγχου προσέγγισης. παρουσιάζοντας τα αεροσκάφη σε μια σχετική οριζόντια θέση. Μέσα σε περιοχή 50-100 km το ASR παρέχει πληροφορίες για την κίνηση και διέλευση των αεροσκαφών στον εναέριο χώρο. Στην οθόνη κατά τη διέλευση τους αφήνουν φωτεινό σημείο στην τροχιά κινούνται, ενώ εμφανίζεται η ταχύτητα και το υψόμετρο του αεροσκάφους.

2.5.7 Σύστημα ανίχνευσης επιφάνειας αεροδρομίου

Το σύστημα ASDE (Σύστημα Ανίχνευσης Επιφάνειας Αεροδρομίου) είναι ένα ειδικά σχεδιασμένο σύστημα ραντάρ για χρήση σε υψηλής κυκλοφοριακής πυκνότητας αεροδρόμια με σκοπό να βοηθήσει τους ελεγκτές εδάφους στην ασφάλεια ελιγμών αεροσκαφών στους τροχοδρόμους. Ο ελεγκτής είτε λόγω σχεδιασμού του αεροδρομίου είτε λόγω της πυκνότητας κίνησης είτε λόγω των καιρικών συνθηκών (χαμηλή ορατότητα) ενδέχεται να μη μπορεί να έχει την ακριβή εποπτεία της κατάστασης του αεροδρομίου για την κίνηση στους τροχοδρόμους και διαδρόμους, μια εποπτεία που του δίνει το ASDE.

Το σύστημα αυτό διατίθεται σήμερα σε λίγα αεροδρόμια που διαθέτουν πολύ υψηλή κυκλοφορία.

2.5.8 Αρχή Λειτουργίας του Ραντάρ

Η λειτουργία του ραντάρ βασίζεται στην εξής αρχής ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που εκπέμπεται από έναν πομπό με την ταχύτητα του φωτός κατευθύνεται σε ένα αντικείμενο (π.χ. το αεροσκάφος) που την ανακλά. Έτσι μπορεί να μετρηθεί η απόσταση του αντικειμένου από το ραντάρ. Έχοντας αναπτυχθεί πάνω σ' αυτήν την αρχή, το ραντάρ αποτελεί μια ηλεκτρονική συσκευή που έχει τη δυνατότητα να απεικονίζει σε μια οθόνη αντικείμενα που μπορούν να ανακλούν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Με αυτόν τον τρόπο παρέχει πληροφορίες ύψους, απόστασης και διεύθυνσης για κάθε αντικείμενο που ανακλά, ως ηχώ, τα σήματα που προέρχονται από αυτό. Διακρίνουμε τα ραντάρ σε πρωτεύοντα και δευτερεύοντα.

Πρωτεύον ραντάρ

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα πρωτεύοντος ραντάρ αποτελείται από:

- πομπό που παράγει ενεργειακούς παλμούς
- κεραία περιστρεφόμενη που εκπέμπει και συλλέγει τους ενεργειακούς παλμούς οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να περνούν μέσα από οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες και να ανακλώνται στους στόχους. Οι στόχοι αυτοί μπορεί να είναι, εκτός από τα αεροσκάφη, κινητοί (περιοχές με βροχόπτωση) ή ακίνητοι (βουνά, λόφοι)
- δέκτη που αποκρυπτογραφεί την ανακλώμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία
- ενισχυτή και επεξεργαστή που ενισχύει και επεξεργάζεται το σήμα και την ανάκλαση
- δείκτη-λυχνία από καθοδικές ακτίνες, στην οποία μπορεί να απεικονιστεί το επιστρεφόμενο σήμα.

Το πρωτεύον ραντάρ εμφανίζει μια απεικόνιση φωτεινού στόχου δίνοντας πληροφορίες για το αζιμούθιο και την απόσταση κάποιου στόχου σε σχέση με το

ραντάρ. Το κύριο πλεονέκτημα του πρωτεύοντος ραντάρ είναι ότι δεν απαιτεί συνεργασία με το αεροσκάφος, ενώ αντίθετα ως μειονέκτημα μπορεί να αναφερθεί το γεγονός ότι χρειάζεται πολλαπλάσια ισχύ από το δευτερεύον, ενώ το κόστος του ανέρχεται στο ίδιο περίπου επίπεδο.

Δευτερεύον Ραντάρ

Το δευτερεύον ραντάρ δεν αξιοποιεί την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που ανακλάται από στόχο, αλλά απαιτεί ενεργή συμμετοχή και συνεργασία με το αεροσκάφος και την εγκατάσταση ενός πομποδέκτη στο αεροσκάφος. Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στη μεταβίβαση, λήψη και απάντηση ενός κωδικοποιημένου σήματος μεταξύ πομπού και δέκτη, εγκατεστημένων στο

αεροσκάφος και στο έδαφος. Έτσι με χρήση κοινού κώδικα επιτυγχάνεται θετική αναγνώριση του αεροσκάφους. Όταν το δευτερεύον ραντάρ συνδεθεί με ηλεκτρονικό υπολογιστή επεξεργασίας στοιχείων πτήσης είναι εφικτή και η απεικόνιση ορισμένων επιπλέον στοιχείων.

Το δευτερεύον ραντάρ δίνει μια ακριβή εικόνα σχετικά με το ύψος, το αζιμούθιο και την απόσταση των στόχων. Με επεξεργασία των στοιχείων που αφορούν τις διαδοχικές θέσεις προκύπτει η ταχύτητα κίνησης.

2.5.9 Πλεονεκτήματα του Ραντάρ στον Έλεγχο Εναέριας Κυκλοφορίας

Ο ρόλος του ραντάρ είναι πολλαπλός και συμβάλλει στην παροχή εξυπηρέτησης για τον έλεγχο εναέριας κυκλοφορίας για αεροσκάφη που εκτελούν υπερπτήσεις ή μεταβαίνουν σε τερματική περιοχή καθώς και στην καθοδήγηση και διαδοχή αφικνούμενων αεροσκαφών.

Το ραντάρ εμφανίζει σαφή πλεονεκτήματα ως προς τα άλλα βοηθήματα εναέριας κυκλοφορίας, κυριότερα από τα οποία είναι τα εξής:

- δίνεται ο ακριβής υπολογισμός της θέσης του αεροσκάφους
- ο ελεγκτής είναι ικανός σε ελάχιστο χρόνο να βεβαιώσει τη σωστή αναγνώριση του αεροσκάφους
- καταργούνται οι διαδικαστικοί έλεγχοι με συνεχείς αναφορές από τους χειριστές των αεροσκαφών
- αυξάνεται η χωρητικότητα των αεροδιαδρόμων, αντίστοιχη μείωση στους διαχωρισμούς
- ελαττώνεται ο φόρτος εργασίας των ελεγκτών και μειώνεται η συχνότητα στην ενδοσυνεννόηση τους.

2.6 Συστήματα καθοδήγησης εναέριας κυκλοφορίας

Καθώς η δραστηριότητα της εναέριας κυκλοφορίας συνεχίζει να αυξάνεται, υπάρχει μεγαλύτερη απαίτηση για την ακρίβεια και την ανάπτυξη στην τεχνολογία των

βοηθημάτων για την αεροναυτιλία, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες λάθους κατά την πτήση.

Τα συστήματα καθοδήγησης κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα βοηθήματα που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της πτήσης ενός αεροσκάφους. Αυτά είναι:

- VOR
- NDB (Non Directional Beacon)
- DME
- TACAN και VORTAC
- ARSR (AIR ROUTE SURVEILLANCE RADAR)

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα βοηθήματα που είναι τοποθετημένα στην τερματική περιοχή (αεροδρόμιο) και χρησιμοποιούνται στις λειτουργίες προσγειώσεων- απογειώσεων των αεροσκαφών. Αυτά είναι:

- ILS
- VASIS και PAPI
- MLS
- PAR (Precision Approach Radar, δεν χρησιμοποιείται σχεδόν πουθενά σήμερα)
- ASR (Airport Survey Radar)
- ASDE
- ALS

2.6.1 Συστήματα που χρησιμοποιούν τα Αεροσκάφη κατά την Εναέρια διαδρομή τους

VOR (Very High Frequency Omni Directional Radio Range, Παν-Κατευθυντικός Ραδιοφάρος Πολύ Υψηλών Συχνοτήτων).

Τα συστήματα VOR, χρησιμοποιούν πολύ υψηλές συχνότητες (η περιοχή συχνοτήτων κυμαίνεται στο εύρος 108,8+117,95 MHz), με έξοδο ισχύος προσαρμοσμένη στη λειτουργική περιοχή εξυπηρέτησης και παρέχουν μεγάλη αξιοπιστία.

Η εμβέλεια του VOR δεν ξεπερνά τα 300-400 km, ενώ επιπρόσθετα πρέπει να υπάρχει οπτική επαφή με το αεροσκάφος. Όταν το αεροσκάφος βρίσκεται σε χαμηλό ύψος και παρεμβάλλονται εμπόδια μεταξύ του δέκτη VOR (που βρίσκεται στο θάλαμο διακυβέρνησης του αεροσκάφους) και του σταθμού VOR (εγκατεστημένου στο έδαφος), η λήψη αξιόπιστου σήματος είναι αδύνατη.

Η λειτουργία τους συστήματος VOR έχει ως εξής: Το VOR στέλνει ραδιοσήματα προς κάθε κατεύθυνση, τα οποία μπορούν να προσδιορίσουν τη διαδρομή που ακολουθεί το αεροσκάφος. Δημιουργούνται έτσι 360 ακτίνες (radials) ξεκινώντας από τις 0 του μαγνητικού Βορρά.

- Οι VOR εγκαθιδρύουν το δίκτυο των αεροδιαδρόμων και τις πορείες των αεροσκαφών που είναι αναγκαίες για την αεροπλοήγηση. Η ακρίβεια της ενδεικνυόμενης πορείας ευθυγράμμισης είναι σε αποδεκτή απόκλιση της τάξης της $+1^\circ$. Ο δέκτης VOR στο θάλαμο διακυβέρνησης είναι ένα μηχάνημα που συντονίζεται στην επιθυμητή συχνότητα του πομπού VOR. Υπάρχει επίσης στο χειριστήριο του αεροσκάφους το PDI (Position Deviation Indicator, Δείκτης απόκλισης θέσης), το οποίο δείχνει την πορεία του αεροσκάφους σχετικά με την κατεύθυνση ως προς την επιθυμητή ακτίνα και τη θέση του αεροσκάφους πλευρικά της ακτίνας»

2.6.2 Η εξέλιξη των συστημάτων ΕΕΚ

Τα συστήματα ΕΕΚ, ανάλογα με τα τεχνολογικά τους χαρακτηριστικά, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις γενιές. Αρκετές ανεπτυγμένες χώρες έχουν αρχίσει να λειτουργούν συστήματα τέταρτης γενιάς, τα οποία χρησιμοποιούν τεχνολογίες βασισμένες σε δορυφόρους, προηγμένα συστήματα αυτοματοποίησης και εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων. Εξάλλου πολλές λιγότερο αναπτυγμένες χώρες εξακολουθούν να λειτουργούν συστήματα πρώτης γενιάς τα οποία παρουσιάζουν μικρές μόνο διαφορές από τα πρώτα συστήματα ελέγχου εναέριας κίνησης.

Τα όρια μεταξύ διαδοχικών γενιών είναι ασαφή, καθώς η μετάβαση από τη μία γενιά στην άλλη μπορεί να διαρκέσει 10 χρόνια ή και περισσότερο.. Πολλές χώρες εξακολουθούν να λειτουργούν συστήματα ΕΕΚ πρώτης γενιάς παρόμοια σε πολλά θέματα με εκείνα που υπήρχαν στη Β. Αμερική και στην Ευρώπη πριν και κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου.

Τα συστήματα πρώτης γενιάς χαρακτηρίζονται από τον ορισμό ενός συστήματος αεροδιαδρόμων και την απουσία κάλυψης ραντάρ. Οι ελεγκτές της εναέριας κυκλοφορίας δεν μπορούν να δουν σε οθόνες ραντάρ τα αεροσκάφη που βρίσκονται στον αέρα, αλλά πληροφορούνται για τη θέση και το υψόμετρο τους στους αεροδιαδρόμους μέσω φωνητικής επικοινωνίας με τους πιλότους. Οι ελεγκτές επιτηρούν και ενημερώνουν αυτή την πληροφορία χειροκίνητα, μετακινώντας πλαστικές λωρίδες που αναπαριστούν κάθε αεροσκάφος σε χάρτη της γεωγραφικής περιοχής στην οποία είναι υπεύθυνοι. Η εναέρια κίνηση σε μεγάλα τμήματα του εναέριου χώρου (EN ROUTE) πάνω από την Αφρική, την Ασία και τη Ν. Αμερική ελέγχεται ακόμη με συστήματα πρώτης γενιάς.

Η μετάβαση από την πρώτη στη δεύτερη γενιά συστημάτων σηματοδοτείται με την εισαγωγή των ραντάρ μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο. Αναπτύχθηκαν τα συστήματα πρωτεύοντος ραντάρ αποτελούμενα από τα μεσαίας απόστασης ραντάρ από τα μεγαλύτερης απόστασης ραντάρ εναέριας επιτήρησης για τον εναέριο χώρο της τερματικής περιοχής και εν πτήσει (EN route), αντίστοιχα. Τα ραντάρ αυτά επιτηρούν με τη μέθοδο της «skin effect», δηλαδή την αντανάκλαση του σήματος που εκπέμπει το ραντάρ από τη μεταλλική επιφάνεια του αεροσκάφους. Έτσι, οι ελεγκτές μπορούσαν να παρατηρούν την οριζόντια θέση του αεροσκάφους, παρ' όλο που η ποιότητα της πληροφορίας δεν ήταν ιδιαίτερα καλή. Αυτή η γενιά διήρκεσε περίπου 25 έτη έως τις αρχές της δεκαετίας του 1970 στις ΗΠΑ και στη Δ. Ευρώπη. Ένας μεγάλος αριθμός τερματικών περιοχών στις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες και μέρος του εναέριου χώρου σε κάποιες αναπτυγμένες χώρες, ελέγχονται ουσιαστικά ακόμη από συστήματα ΕΕΚ δεύτερης γενιάς.

Η υιοθέτηση της ψηφιακής τεχνολογίας σαν μέσου απόκτησης, επεξεργασίας και διανομής της πληροφορίας είναι το βασικό χαρακτηριστικό διαφοροποίησης της τρίτης γενιάς συστημάτων. Η τρίτη γενιά εμφανίστηκε στο τέλος της δεκαετίας του 1960 έως τα τέλη της δεκαετίας του 1970 σε χώρες στη Β. Αμερική, τη Δ. Ευρώπη, την Α. Ασία και το Ν. Ειρηνικό. Σημαντικές συνιστώσες των συστημάτων τρίτης γενιάς είναι: (i) το δευτερεύον ραντάρ επιτήρησης (SECONDARY SURVEILLANCE RADAR) το οποίο ανακρίνει το αεροσκάφος κάθε λίγα δευτερόλεπτα και λαμβάνει ψηφιοποιημένα μηνύματα που αναφέρουν μεταξύ άλλων πληροφοριών την ταυτότητα του αεροσκάφους και το υψόμετρο, (ii) η αυτόματη ανίχνευση αεροσκάφους και η εμφάνιση ενδείξεων σε οθόνες με γράμματα και αριθμούς στα κέντρα ελέγχου τερματικού και εν πτήση (EN ROUTE) εναερίου χώρου, (iii) η εκτενής επεξεργασία στοιχείων από δίκτυο υπολογιστών, (iv) η αυτοματοποίηση κάποιων εργασιών ΕΕΚ, όπως η αυτόματη διανομή και η ενημέρωση της πληροφορίας για μία πτήση σε όλους τους ελεγκτές που θα τη χειριστούν. Ένα άλλο χαρακτηριστικό των συστημάτων τρίτης γενιάς είναι η αναβάθμιση των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων φωνής, του πρωτεύοντος ραντάρ και των συστημάτων πλοήγησης.

Τέλος, ορισμένες αναπτυγμένες χώρες έχουν εισέλθει στην εποχή των συστημάτων ΕΕΚ τέταρτης γενιάς, που χαρακτηρίζονται από την πρόοδο τριών γενικών τομέων: (i) την ανάπτυξη εργαλείων αυτοματοποίησης στο έδαφος και στο αεροσκάφος τα οποία βοηθούν τους ελεγκτές και τους πιλότους πέρα από τις διαδικασίες ρουτίνας και την ενημέρωση στοιχείων, (ii) τη χρήση εξελιγμένων τεχνολογιών, όπως δορυφορικές επικοινωνίες, πλοήγηση και παρακολούθηση (CNS), ενόργανη προσέγγιση βασισμένη GLOBAL POSITIONING SYSTEM).

2.6.3 Κέντρο ελέγχου περιοχής

Το κέντρο ελέγχου περιοχής (ΚΕΠ) έχει στον έλεγχό του μια σαφώς ορισμένη γεωγραφική περιοχή και αποβλέπει πρωταρχικά στον έλεγχο των κινούμενων στους αεροδιαδρόμους αεροσκαφών και στις πορείες που ακολουθούν κάτω από συνθήκες IFR. Το ΚΕΠ έχει στη δικαιοδοσία του το σύνολο του εναερίου χώρου (FIR) που του έχει δοθεί από τον ICAO στην περίπτωση μικρών χωρών, ενώ σε χώρες με μεγαλύτερη κυκλοφοριακή πυκνότητα ο εναέριος χώρος έχει διαμοιραστεί σε περισσότερα από ένα FIR και συνεπώς σε περισσότερα από ένα ΚΕΠ. Η εναέρια κυκλοφορία σε κάθε ΚΕΠ έχει χωριστεί σε τομείς. Κάτω από τους κανονισμούς IFR, οι χειριστές αεροσκαφών καταθέτουν ένα σχέδιο πτήσης στο οποίο πρέπει να αναφέρονται:

- αναγνωριστικά του αεροσκάφους,
- επιλογή του τύπου της πτήσης με βάση την οποία ο κυβερνήτης του αεροσκάφους επιθυμεί να κινηθεί (IFR, VFR),
- αριθμός της πτήσης και τύπος του αεροσκάφους,
- κωδικό χαρακτηριστικό του αεροσκάφους,
- τα αεροδρόμια αναχώρησης και προορισμού,
- εναλλακτικά αεροδρόμια προορισμού,

- η ταχύτητα κίνησης του αεροσκάφους,
- η επιλεγόμενη διαδρομή της πτήσης (αεροδιάδρομος),
- αν πρόκειται για πτήση εξωτερικού, τους υπολογιζόμενους χρόνους στους οποίους το αεροσκάφος θα βρίσκεται στα σημεία εισόδου του FIR.

Το ΚΕΠ μπορεί να καθορίσει στη συνέχεια με έλεγχο πότε τα σχέδια πτήσης είναι δυνατόν να εγκριθούν, έτσι ώστε να παρέχεται ασφαλής διαχωρισμός μεταξύ των αεροσκαφών. Αλλαγές στα σχέδια πτήσης αναφορικά με τη διεύθυνση και το ύψος γίνονται ανάλογα με την κυκλοφοριακή πυκνότητα με έγκριση του ΚΕΠ.

Τα μέσα ελέγχου που διαθέτει το ΚΕΠ είναι:

- επικοινωνίες εδάφους
- αέρος για άμεση επικοινωνία με τους χειριστές,
- ραντάρ μακράς εμβέλειας που παρέχει πληροφορίες αναγνώρισης αεροσκάφους, θέσης, απόστασης, ύψους και ταχύτητας, που βοηθούν τους ελεγκτές να επιτύχουν τον ασφαλή επιθυμητό διαχωρισμό,
- ένα πολύπλοκο σύστημα επικοινωνιών με τα γειτονικά FIR καθώς και με άλλα αεροδρόμια της χώρας και σύστημα ενδοεπικοινωνίας με άλλους τομείς του ΚΕΠ (ψηλότερους/χαμηλότερους ή γειτονικούς) και με τον έλεγχο προσέγγισης,
- ηλεκτρονικούς υπολογιστές που αυτοματοποιούν τη γραφική εργασία,
- χάρτες ναυτιλίας,
- στοιχεία σχεδίων πτήσεων, αναφορές χειριστών.

2.6.4 Κέντρο ελέγχου προσέγγισης

Ο έλεγχος προσέγγισης έχει δικαιοδοσία για ρύθμιση εναέριας κυκλοφορίας (αναχωρήσεις-αφίξεις) σε μια περιοχή 40 έως 60 ναυτικά μίλια από το αεροδρόμιο και σε επίπεδο πτήσης κάτω από 7.500 m. Η ευθύνη για τα αεροσκάφη που πρόκειται να αφιχθούν μεταβιβάζεται από τον τομέα του ΚΕΠ που ήταν υπεύθυνος για τον έλεγχό τους στον Έλεγχο Προσέγγισης. Το αντίστροφο γίνεται στην αναχώρηση πτήσης, οπότε η ευθύνη για τα αεροσκάφη μεταβιβάζεται από τον Πύργο Ελέγχου Αεροδρομίου (ΠΕΑ) στον Έλεγχο Προσέγγισης, κ.ο.κ. Ο έλεγχος προσέγγισης έχει συγκεκριμένη συχνότητα, στην οποία πρέπει να καλέσουν τα αεροσκάφη όταν πρόκειται να ζητήσουν έλεγχο.

Σκοπός του Ελέγχου Προσέγγισης είναι να εξασφαλίζει ασφαλή διαχωρισμό στα αεροσκάφη και να τα καθοδηγεί μέσω μιας διαδικασίας οδηγιών (αναφορικά με την πορεία που πρέπει να ακολουθήσουν, τα ύψη που πρέπει να τηρούν, τους ελιγμούς που πρέπει να εκτελούν, την αυξομείωση της ταχύτητας και το ρυθμό ανόδου/καθόδου) προς την τελική ευθυγράμμιση με τη νοητή προέκταση του διαδρόμου. Σε περίπτωση

κακοκαιρίας, το αεροσκάφος πρέπει να καθοδηγηθεί μέχρι το κατώφλι του διαδρόμου προσγειώσεων-απογειώσεων. Επίσης για τα αναχωρούντα αεροσκάφη τα οποία εκτελούν μια καθορισμένη διαδικασία πρέπει να εξασφαλίζει ασφαλή διαχωρισμό, σύμφωνα με τα τεχνικά μέσα και τις ειδικές συνθήκες ελέγχου για κάθε τερματική περιοχή.

2.6.5 Σύστημα πληροφοριών αεροδρομίου

Σε πολλά αεροδρόμια υπάρχει μια συχνότητα μαγνητοφωνημένες πληροφορίες αναφορικά με τον καιρό, π.χ. θερμοκρασία στην οποία δίνονται βαρομετρική πίεση, ορατότητα, βάση νεφών, ταχύτητα ανέμου καθώς και άλλες σημαντικές πληροφορίες που σχετίζονται με τα αεροδρόμια και ανανεώνονται κάθε μισή ώρα. Οι πληροφορίες αυτές συνιστούν το λεγόμενο Σύστημα Πληροφοριών Αεροδρομίου .

2.7 Χρονικοί και χωρικοί κανόνες διαχωρισμού

2.7.1 Πρότυπα διαχωρισμού

Όταν ένα αεροσκάφος πετά με κανόνες VFR, την άμεση ευθύνη για το διαχωρισμό του από τα άλλα αεροσκάφη έχει αποκλειστικά ο χειριστής του, ενώ για τα αεροσκάφη που ακολουθούν τους κανόνες IFR την άμεση ευθύνη για τον διαχωρισμό τους από τα άλλα αεροσκάφη έχει ο έλεγχος εναέριας κυκλοφορίας, ο οποίος χρησιμοποιεί για το διαχωρισμό δύο είδη προτύπων: διαδικαστικά και με ραντάρ. Και στις δύο περιπτώσεις ο διαχωρισμός εφαρμόζεται και στις τρεις διαστάσεις (κάθετα, οριζόντια και πλευρικά).

Αυτού του είδους οι διαχωρισμοί παρέχονται μεταξύ ελεγχόμενων IFR και ειδικών πτήσεων υπό κανόνες VFR και μεταξύ ειδικών πτήσεων υπό κανόνες VFR σύμφωνα με τα καθιερωμένα ελάχιστα. Δεν παρέχονται διαχωρισμοί όταν κατά τη διάρκεια της ημέρας τα αεροσκάφη έχουν εξουσιοδοτηθεί για άνοδο ή κάθοδο διατηρώντας την ευθύνη διαχωρισμού τους, παραμένοντας σε μετεωρολογικές συνθήκες πτήσης εξ όψεως.

Όταν ο ελεγκτής εφαρμόζει διαδικαστικά πρότυπα στους διαχωρισμούς με αναφορές του χειριστή, διορθώνει την πορεία πτήσης δίνοντας οδηγίες για την αυξομείωση της ταχύτητας ώστε να επιτυγχάνεται ο επιθυμητός διαχωρισμός. Όταν ο ελεγκτής εφαρμόζει διαχωρισμούς με παρακολούθηση από ραντάρ, με χρήση κοινού κώδικα γίνεται η αναγνώριση του αεροσκάφους και τηρείται ο επιθυμητός διαχωρισμός. Το μειονέκτημα των διαδικαστικών προτύπων σε σχέση με το ραντάρ είναι ότι χρειάζονται μεγαλύτερα διαστήματα εναέριου χώρου, είναι αρκετά πολύπλοκα και η εφαρμογή τους απαιτεί τη θεώρηση πολλών παραμέτρων για τον καθορισμό των οδηγιών σε κάποια δεδομένη κατάσταση.

Οι απαιτούμενες αποστάσεις διαχωρισμού (χρονικές και χωρικές) δεν εφαρμόζονται όταν οι περιστάσεις το απαιτούν (αναταράξεις από αεροδίνες, κ.λπ.). Ωστόσο οποιαδήποτε παρέκκλιση από τα πρότυπα πρέπει να γίνεται με σύνεση, ώστε να αποφεύγεται η παρακώλυση της ροής της κυκλοφορίας.

2.7.2 Κατακόρυφος διαχωρισμός

Κατακόρυφος διαχωρισμός επιτυγχάνεται με οδηγίες προς τα αεροσκάφη που χρησιμοποιούν προκαθορισμένη διαδικασία ρύθμισης υψομέτρου να πετούν σε διάφορα επίπεδα και εκφράζεται με το σύστημα των επιπέδων πτήσης ή απόλυτων υψών. Το ελάχιστο όριο κατακόρυφου διαχωρισμού ορίζεται στα 300 m κάτω από τα 8.850 m και στα 600 m πάνω από το επίπεδο αυτό.

2.7.3 Πλευρικός διαχωρισμός

Εφαρμόζεται έτσι ώστε η απόσταση μεταξύ των τμημάτων των διαδρομών, που πρόκειται να ακολουθήσουν τα αεροσκάφη και εντός των οποίων πρέπει να είναι πλευρικά διαχωρισμένα, δεν θα είναι ποτέ μικρότερη από μια καθορισμένη απόσταση, στον υπολογισμό της οποίας θα έχουν ληφθεί υπόψη τα ραδιοναυτιλιακά σφάλματα και ένα καθορισμένο περιθώριο ασφαλείας.

2.7.4 Διαμήκης διαχωρισμός

Διαμήκης διαχωρισμός εφαρμόζεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε το διάστημα μεταξύ των υπολογιζόμενων θέσεων των αεροσκαφών βάσει του οποίου αυτά διαχωρίζονται να μην είναι μικρότερο από ένα καθορισμένο ελάχιστο. Διαμήκης διαχωρισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλες οδηγίες προς τα αεροσκάφη, έτσι ώστε να φθάνουν πάνω από μια γεωγραφική τοποθεσία σε ορισμένο ώρα, ή να παραμείνουν (κατά την αεροναυτιλιακή ορολογία να κρατήσουν) πάνω από μια γεωγραφική τοποθεσία. Ο διαμήκης διαχωρισμός που εφαρμόζεται βασίζεται είτε στην απόσταση είτε στο χρόνο.

2.7.5 Διαδικασία κράτησης (holding)

Σε περιπτώσεις υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου στην προσέγγιση της τερματικής περιοχής του αεροδρομίου ο ελεγκτής εναέριας κυκλοφορίας αδυνατώντας να εξυπηρετήσει τα αεροσκάφη με τους ελάχιστους διαχωρισμούς δίνει οδηγίες να εκτελέσουν τη διαδικασία των κρατήσεων (holding). Ο χειριστής, αν του δοθεί

ηεντολή, είναι υποχρεωμένος να οδηγήσει το αεροσκάφος πάνω από καθορισμένα σημεία κράτησης και να αναμείνει. Μεταξύ αεροσκαφών στην κράτηση και άλλων αεροσκαφών που πετούν στην περιοχή θα πρέπει να τηρείται ο ελάχιστος απαιτούμενος κατακόρυφος, διαμήκης και πλευρικός διαχωρισμός σύμφωνα με το σύστημα που ισχύει στο συγκεκριμένο σημείο κράτησης.

Τα σημεία κράτησης είναι συνήθως πάνω από κάποιο ραδιοβοήθημα, ενώ στις διαδικασίες περιγράφονται η γωνία κλίσης ή ο βαθμός στροφής και οι ταχύτητες των αεροσκαφών που πρέπει να τηρούνται. Επίσης καθορίζεται το είδος της στροφής (δεξιά ή αριστερή) καθώς και τα κατώτερα και ανώτερα υψόμετρα.

2.7.6 Διαχωρισμός λόγω αναταράξεων που προκαλούνται από τα αεροσκάφη

Κάθε αεροσκάφος στην κίνησή του δημιουργεί πίσω του ένα ζεύγος από δίνες που εκκινούν από τα άκρα των πτερύγων του . Οι δίνες είναι τόσο ισχυρότερες, όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του αεροσκάφους και η ισχύς των κινητήρων του, η δε έντασή τους για τα μεγάλα αεροσκάφη φθάνει σε επίπεδα που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ανωμαλίες στην πτήση ελαφρότερων αεροσκαφών που θα εισέλθουν σ' αυτές.

Κατά την πτήση των αεροσκαφών στους αεροδιαδρόμους τέτοιο πρόβλημα δεν συναντάται λόγω του διαχωρισμού που εφαρμόζεται. Κατά την κυκλοφορία όμως στο διάδρομο ο προβλεπόμενος διαχωρισμός δεν επαρκεί πάντοτε για την εξασθένιση των αναταράξεων. Έτσι έχουν θεσπισθεί πρόσθετοι διαχωρισμοί, που όμως η εφαρμογή τους δεν είναι υποχρεωτική. Για το σκοπό αυτό τα αεροσκάφη έχουν καταταγεί σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με το μέγιστο βάρος απογείωσης:

- ελαφρά, <7 tn,
- μικρά, 7 / 40 tn,
- μέτρια, 40 / 136 tn,
- βαριά, >136 tn και πάνω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Κτιριακές υποδομές

3.1 Αεροσταθμοί επιβατών

3.1.1 Εισαγωγή

Ο αεροσταθμός επιβατών είναι ο διαμετακομιστικός κόμβος μέσα στον οποίο οι επιβάτες μεταφέρονται από τα επίγεια συγκοινωνιακά μέσα στα αεροσκάφη και αντίστροφα. Μέσα στον αεροσταθμό λειτουργούν ποικίλες υπηρεσίες αεροπορικών εταιριών και κρατικών φορέων με σκοπό να διασφαλίσουν:

- την καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση στους επιβάτες και στο ευρύτερο κοινό
- την ικανοποιητική διαμετακίνηση των επιβατών, περιορισμένου όγκου εμπορευμάτων και ταχυδρομείου
- την ικανοποιητική εξυπηρέτηση των αεροπορικών εταιριών
- τους κανονισμούς ασφαλείας.

Στη μελέτη ενός αεροσταθμού θα πρέπει να λαμβάνεται περαιτέρω πρόνοια για την

- εξασφάλιση των προηγούμενων με ανεκτό κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος
- εξασφάλιση της δυνατότητας μελλοντικών επεκτάσεων, τροποποιήσεων και βελτιώσεων πού να ανταποκρίνονται στην εξελισσόμενη τεχνολογία.

3.1.2 Αρχές σχεδιασμού

Ο αεροσταθμός είναι συνήθως το πρώτο σημείο επαφής του αφικνούμενου επιβάτη με μία χώρα. Είναι η βιτρίνα μιας χώρας και προκαλεί την πρώτη και, κατά την αναχώρηση, την τελευταία εντύπωση. Από αρχιτεκτονική άποψη, οι αεροσταθμοί ήταν πάντοτε και είναι ένα αντικείμενο επίδειξης που αντιπροσωπεύει ότι καλύτερο διαθέτει μια χώρα. Παρ' όλα αυτά είναι απαραίτητο να δίνεται προτεραιότητα στη λειτουργικότητα του κτιρίου του αεροσταθμού. Ο σχεδιασμός του κτιρίου εξαρτάται όχι μόνο από τον αριθμό των επιβατών που αναχωρούν, αλλά και από τον τύπο λειτουργίας του αερολιμένα, εάν δηλαδή είναι κόμβος (hub) ή εξυπηρετεί κυρίως τοπική κυκλοφορία.

Ο αεροσταθμός αποτελεί το εθνικό σύνορο για επιβάτες διεθνών πτήσεων, επομένως πρέπει να παρέχονται οι αντίστοιχες εγκαταστάσεις για τις απαιτούμενες διαδικασίες ελέγχων. Αποτελείται από την εναέρια (airside) και την επίγεια (landside) περιοχή. Ο διαχωρισμός της εναέριας και της επίγειας περιοχής μέσα στον αεροσταθμό γίνεται συνήθως με ένα διαχωριστικό “pane” ασφαλείας. Η εναέρια περιοχή υπόκειται σε αυστηρό έλεγχο πρόσβασης πριν τη διαδικασία επιβίβασης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, μόνο οι επιβάτες επιτρέπεται να βρίσκονται στην περιοχή αυτή, αν και στις Ηνωμένες Πολιτείες, όπου οι αεροπορικές εταιρείες συνηθίζουν να λειτουργούν τους δικούς τους αεροσταθμούς, τα πρόσωπα που αποχαιρετούν τους επιβάτες επίσης επιτρέπεται να φτάνουν μέχρι την πύλη του αεροσκάφους. Η επίγεια περιοχή είναι συνήθως ανοιχτής πρόσβασης και αρχίζει από εκεί που αποβιβάζονται οι επιβάτες από τα επιφανειακά μέσα μεταφοράς, περιλαμβάνει την έκδοση εισιτηρίων και το check-in και φτάνει έως το όριο εισόδου στην εναέρια περιοχή.

Στους αερολιμένες με μεγάλο αριθμό διερχόμενων και μεταφερόμενων επιβατών, το τμήμα διέλευσης της εναέριας περιοχής του αεροσταθμού πρέπει (i)να έχει τις

κατάλληλες διαστάσεις, (ii) να είναι εξοπλισμένο με συστήματα μεταφοράς επιβατών, έτσι ώστε οι τελευταίοι να μπορούν να κινούνται γρήγορα και να εξασφαλίζονται μικροί χρόνοι μεταξύ των συνδεόμενων πτήσεων. Οι κεντρικές αίθουσες αναχωρήσεων και αφίξεων μπορούν σε αυτήν την περίπτωση να είναι σχετικά μικρές.

Σε αερολιμένες που ικανοποιούν κυρίως κυκλοφορία προέλευσης/προορισμού, πρέπει να δοθεί αυξημένη προσοχή στις διαστάσεις της αίθουσας αναχωρήσεων του αεροσταθμού.

Οι επιβάτες και αυτοί που τους συνοδεύουν έχουν πολλά να κάνουν μέσα στον αεροσταθμό, ειδικότερα δε από τη στιγμή που πρέπει να αυτοεξυπηρετηθούν, χωρίς την παρουσία αχθοφόρων και συνοδών. Πρέπει να βρουν το δρόμο τους μέσα από μια σειρά διαδικασιών, συχνά επιβαρυνόμενοι από παλτά, τσάντες και άλλα αντικείμενα που τους δυσκολεύουν. Πρέπει επίσης να περάσουν από διαδικασίες, όπως το check-in, τον έλεγχο ασφαλείας, τον έλεγχο των διαβατηρίων, την πύλη επιβίβασης, το τελωνείο, την υπηρεσία ελέγχου μεταναστών και τελικά να χρησιμοποιήσουν το επίγειο μέσο μεταφοράς, συχνά σε μια γλώσσα που δεν αποτελεί την πρώτη τους προτίμηση.

Οι ταξιδιώτες, οι αεροπορικές εταιρείες και οι άλλοι χρήστες του αεροσταθμού έχουν τις δικές τους ιδέες και απόψεις για τις ανέσεις, τις ευκολίες, το κόστος και το περιβάλλον που πρέπει να συνοδεύουν τη μετακίνηση των επιβατών και των αποσκευών τους μέσα στον αεροσταθμό. Αναπόφευκτα γίνονται συμβιβασμοί μεταξύ κόστους και λειτουργίας, μεταξύ κόστους και επιπέδου εξυπηρέτησης και μεταξύ μορφής και λειτουργικότητας, οι οποίοι επηρεάζουν τη δυνατότητα του σχεδιαστή να ικανοποιήσει όλες τις ανάγκες όλων των χρηστών. Για να αισθάνονται όμορφα οι επιβάτες στο περιβάλλον αυτό, χρειάζονται ασφάλεια, χρόνο, την εξαφάνιση του αισθήματος του αγνώστου, άνεση και ομορφιά. Μόνο όταν οι επιβάτες αισθάνονται ασφαλείς, ξέρουν πού πηγαίνουν και έχουν αρκετό χρόνο στη διάθεσή τους, δίνουν μεγάλη προσοχή στα επίπεδα άνεσης και ομορφιάς του αεροσταθμού. Προφανώς όλοι οι παράγοντες έχουν την αξία τους, αλλά είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι, αφού ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις ασφαλείας, οι πιο σημαντικές απαιτήσεις είναι (i) ο χρόνος και (ii) η εξαφάνιση του αισθήματος του αγνώστου. Ο χρόνος και η μεταβλητότητά του επηρεάζονται από την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών και την ταχύτητα κίνησης μέσα στο κτίριο. Τα προηγούμενα με τη σειρά τους εξαρτώνται από τα επίπεδα συνωστισμού και από την ικανότητα των επιβατών να βρίσκουν το σωστό δρόμο. Οι διαδικασίες και ο συνωστισμός εξαρτώνται από το χώρο που διατίθεται για συγκεκριμένο αριθμό διερχόμενων επιβατών.

Ο σχεδιασμός ενός αεροσταθμού επηρεάζεται από τη σύνθεση των επιβατών και των απαιτήσεών τους. Σε αεροδρόμια με μεγάλη αναλογία ναυλωμένων πτήσεων (πτήσεις charter), ο χώρος συγκέντρωσης μπροστά από τα γκισέ του check-in πρέπει να διαθέτει επαρκές βάθος και να προσφέρει αρκετό χώρο, ώστε να αντιμετωπιστούν οι αναπόφευκτα μεγάλες ουρές επιβατών, που καταφτάνουν κατά μεγάλες ομάδες και που εξυπηρετούνται από λίγα γκισέ στο check-in. Είναι συνήθως, η μετανάστες εργαζόμενοι, ή οργανωμένα γκρουπ ταξιδιωτών, συχνά με υπερμεγέθεις αποσκευές, που πολλές φορές εμποδίζουν την ελεύθερη μετακίνηση στην αίθουσα αναχωρήσεων. Αεροδρόμια με μεγάλη αναλογία επιχειρηματιών ταξιδιωτών πρέπει να προσφέρουν

γρήγορο check-in και τη συντομότερη δυνατή διαδρομή των επιβατών προς τα αεροπλάνα. Είναι επομένως σημαντικό, πριν αρχίσει ο σχεδιασμός του αεροσταθμού, να γνωρίζουμε τον τύπο λειτουργίας του αερολιμένα, τις κατηγορίες επιβατών, τη σύνθεσή τους και τις απαιτήσεις τους.

Εντούτοις, ο τύπος λειτουργίας και τα χαρακτηριστικά των επιβατών μπορεί να αλλάξουν σταδιακά ή ξαφνικά. Εξαιτίας των αλλαγών αυτών, που προκαλούνται όχι μόνο από οικονομικούς, αλλά και από πολιτικούς παράγοντες, ο σχεδιασμός των κτιρίων του αεροσταθμού πρέπει να διαθέτει ευελιξία.

Επομένως, τα κτίρια του αεροσταθμού πρέπει να επιτρέπουν τη γρήγορη, απλή και οικονομική ανακατασκευή τους. Οι αλλαγές στη διάταξη του κτιρίου πρέπει να πραγματοποιούνται έτσι ώστε να μην ενοχλούνται σημαντικά οι διαδικασίες του check-in και της συγκέντρωσης αποσκευών, δεδομένων των δυσκολιών στις αλλαγές διαδρομών των ταινιοδρόμων. Από αυτήν την άποψη μπορούμε να πούμε ότι στο παρελθόν τα σχέδια δε διέθεταν καθόλου ευελιξία. Αντί χωρισμάτων από τοίχους με τούβλα στο κτίριο του αεροσταθμού, είναι πιο κατάλληλη η χρήση ελαφρών ξύλινων χωρισμάτων ή ακόμη και κινούμενων τοίχων' που μεταφέρονται μέσα σε μια νύχτα ή σε λίγες ώρες. Είναι έπειτα αναγκαίο, ο απαραίτητος εξοπλισμός να εγκαθίσταται στο δάπεδο ή ακόμα καλύτερα στην οροφή του κτιρίου του αεροσταθμού. Ο αεροσταθμός θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα απλής επέκτασης, όσο αυξάνει ο αριθμός των επιβατών, χωρίς την ανάγκη περαιτέρω σημαντικής τροποποίησης των βασικών του στοιχείων, όπως θεμέλια, κλίμακες και υπηρεσίες. Η διάταξη του κτιρίου του αεροσταθμού πρέπει να παρέχει:

- Η σύνδεση αεροσταθμού-εναέριας περιοχής
- Η σύνδεση αεροσταθμού με το σύστημα πρόσβασης στην επίγεια περιοχή για τη μεταφορά με μέσα συγκοινωνίας
- όσο το δυνατό μικρότερες αποστάσεις για περπάτημα κατά την άφιξη/αναχώρηση
- πληροφορίες για τους επιβάτες καθ' όλη τη διάρκεια του check-in
- μεταφορά και διέλευση επιβατών
- κατάλληλη διαστασιολόγηση όλων των περιοχών
- απαιτούμενη ποικιλία και ποσότητα αεροναυτικών και μη αεροναυτικών υπηρεσιών
- χώρο για γραφεία και όλες τις βοηθητικές υπηρεσίες.

3.1.3 Κατακόρυφη ανάπτυξη κτηρίου αεροσταθμού

Το κτίριο του αεροσταθμού είναι ο σύνδεσμος που ενώνει την εναέρια με την επίγεια περιοχή. Είναι ο σύνδεσμος μεταξύ ουρανού και γης. Πρέπει να παρέχει βασικές αεροναυτικές υπηρεσίες, δηλαδή δραστηριότητες άμεσα συνδεδεμένες με παροχή υπηρεσιών κατά τη διαδικασία του check-in. Το κτίριο πρέπει να παρέχει γρήγορη και τη συντομότερη δυνατή μετάβαση των επιβατών από τα επίγεια μέσα μεταφοράς δια μέσου του check-in μέχρι τα αεροπλάνα κατά την αναχώρηση και στην αντίθετη

κατεύθυνση κατά την άφιξη. Οι επιβάτες αφίξεων και οι επιβάτες αναχωρήσεων πρέπει να είναι φυσικά διαχωρισμένοι μεταξύ τους, όχι μόνο για τη γρήγορη και ομαλή κίνησή τους, αλλά και για λόγους ασφαλείας. Η ροή των επιβατών μπορεί να διαχωριστεί με σταθερά ή μετακινούμενα εμπόδια σε ένα μόνο επίπεδο (οριζόντια) ή σε πολλά επίπεδα (κατακόρυφα).

Για μικρά αεροδρόμια, ο διαχωρισμός σε ένα μόνο επίπεδο είναι ο πιο κατάλληλος. Σε αυτήν την περίπτωση, οι επιβάτες που αναχωρούν και οι επιβάτες που φθάνουν, καθώς και οι αποσκευές τους, χωρίζονται οριζόντια, κυρίως στο ίδιο επίπεδο με το χώρο στάθμευσης αεροσκαφών. Οι επιβάτες αφίξεων των εσωτερικών πτήσεων συχνά δεν περνούν καν μέσα από το κτίριο του αεροσταθμού και οι αποσκευές τους δίνονται απευθείας από το όχημα μεταφοράς αποσκευών κάτω από ένα υπόστεγο ή ακόμα και κοντά στο αεροπλάνο. Σε αυτό το σχέδιο διαχωρισμού, δηλαδή σε ένα μόνο επίπεδο, δεν χρησιμοποιούνται γέφυρες επιβίβασης επιβατών.

Σε μεγαλύτερα αεροδρόμια, αν τα κτίρια του αεροσταθμού ήταν σχεδιασμένα σε ένα επίπεδο, ο αεροσταθμός θα απαιτούσε μεγάλη επιφάνεια εδάφους. Έτσι είναι πιο κατάλληλο ο διαχωρισμός των επιβατών να γίνεται κατακόρυφα. Ο απλούστερος τύπος κατακόρυφου διαχωρισμού είναι με ενάμιση επίπεδο σε πολλές παραλλαγές, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες. Συνήθως οι αίθουσες αναχώρησης και άφιξης στην επίγεια πλευρά βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, δίπλα-δίπλα. Ο διαχωρισμός της ροής των επιβατών και των αποσκευών τους μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε σημείο μετά το check-in ή εναλλακτικά αμέσως μετά την είσοδο στο κτίριο του αεροσταθμού. Συνήθως τα δύο επίπεδα συναντώνται και πάλι στο χώρο στάθμευσης αεροσκαφών. Αυτό το σύστημα διευκολύνει την εγκατάσταση γεφυρών επιβίβασης επιβατών, όπου θεωρούνται απαραίτητες για την ασφάλεια των επιβατών ή ως οικονομικά βιώσιμες.

Η διάταξη δύο επιπέδων παρέχει τη δυνατότητα διαχωρισμού της ροής των επιβατών, ακόμα και στην επίγεια περιοχή, με την κατακόρυφη διάταξη του οδικού δικτύου πρόσβασης, και παράλληλα τη δυνατότητα μετακίνησης μεταξύ των επιπέδων εντός του κτιρίου. Η διάταξη δύο επιπέδων χρησιμοποιείται σε αεροσταθμούς με ετήσιο όγκο επιβατών άνω των 5 εκατομμυρίων.

Η διάταξη τριών επιπέδων, εκτός από τους επιβάτες αφίξεων και αναχωρήσεων, χωρίζει και τις αποσκευές κατακόρυφα. Η διάταξη αυτή είναι ιδιαίτερα συμφέρουσα σε αερολιμένες, όπου το σύστημα μεταφοράς των αποσκευών και άλλα τεχνικά συστήματα χειρισμού είναι σχεδιασμένα κάτω από το επίπεδο του χώρου στάθμευσης αεροσκαφών.

Η ροή των επιβατών κατά την αναχώρηση πρέπει να είναι άμεση, λογική, με περιορισμένες αλλαγές στα κάθετα επίπεδα και κατά το δυνατόν συντομότερη.

Οι μέγιστες διαδρομές, που πρέπει να περπατήσουν οι επιβάτες, προτείνονται από την IATA, όπως φαίνεται στο και περιγράφονται παρακάτω:

- από την πλευρά της ράμπας στο επίπεδο αναχωρήσεων μπροστά από το κτίριο του αεροσταθμού μέχρι το σημείο check-in 20m
- από την πιο απομακρυσμένη θέση στάθμευσης αυτοκινήτων μέχρι το σημείο check-in 300m
- από το check-in μέχρι την πιο απομακρυσμένη πύλη 330m

- από την πύλη μέχρι το αεροπλάνο 50m.

3.1.4 Διαστασιολόγηση κτηρίου αεροσταθμού

Σχεδιασμός

Ο σχεδιασμός χωρίζεται σε στατικό και δυναμικό. Ο στατικός σχεδιασμός ονομάζεται διαστασιολόγηση. Καθορίζει τις διαστάσεις των μεμονωμένων τμημάτων του κτιρίου του αεροσταθμού. Για τη διαστασιολόγηση μπορεί να χρησιμοποιηθούν κάποια προγράμματα Η/Υ, όπως το Airport Terminal Capacity Analysis/Airport Terminal Facility Sizing της IATA.

Οι διαστάσεις αυτές συνήθως προτείνονται σε σχέση με την κυκλοφορία στην ώρα αιχμής. Σαν **ΤΩΑΣ (Τυπική Ώρα Σχεδιασμού Αιχμής)** ορίζεται ο ωριαίος φόρτος επιβατών και αεροσκαφών που χρησιμοποιείται για την διαστασιολόγηση ή την αξιολόγηση της επάρκειας των εγκαταστάσεων του αεροδρομίου. Η ΤΩΑΣ υπολογίζεται με διάφορες μεθόδους:

1. Ωριαία αιχμή της μέσης σε κίνηση ημέρας

Η μέθοδος χρησιμοποιείται από την FAA και προσδιορίζει σαν ΤΩΑΣ την αιχμή της μέσης ημέρας του μήνα αιχμής ενός αεροδρομίου

2. Ωριαία αιχμή της δεύτερης μεγαλύτερης σε κίνηση ημέρας

Η IATA προτείνει σαν ΤΩΑΣ την ωριαία αιχμή της δεύτερης σε κίνηση μέσης εβδομάδας του μήνα αιχμής. Η διεθνής εμπειρία στον προσδιορισμό της ΤΩΑΣ ενός αεροδρομίου έχει καταδείξει τη μέθοδο της IATA ως αρκετά αξιόπιστη.

3. Τριακοστή ωριαία αιχμή.

Ο ICAO προτείνει σαν ΤΩΑΣ την τριακοστή ωριαία αιχμή του αεροδρομίου σε όλη τη διάρκεια του έτους. Η μέθοδος αυτή έχει ως συνέπεια ότι ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων του αεροδρομίου δεν θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις κίνησης για 30 ώρες ετησίως. Ωστόσο πρέπει να εφαρμόζεται με προσοχή για αεροδρόμια όπου παρατηρείται ανομοιόμορφη κίνηση στη διάρκεια του έτους και με διακυμάνσεις στις ημερήσιες αιχμές. Αυτή είναι η συνηθέστερη μέθοδος.

4. Τυπικός αριθμός επιβατών ωριαίας αιχμής

Η μέθοδος χρησιμοποιείται από την FAA και ουσιαστικά υπολογίζει την ΤΩΑΣ σαν ποσοστό της ετήσιας επιβατικής κίνησης ενός αεροδρομίου ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ. Στην περίπτωση ενός αεροδρομίου όπου διακινούνται ετησίως 2.600.000 επιβάτες, η ΤΩΑΣ υπολογίζεται σε 1.300 επιβάτες ($2.600.000 \times 0,050\% = 1.300$ επιβάτες).

Ο προσδιορισμός των απαιτούμενων χώρων του κτιρίου επιβατών είναι σημαντικός επειδή αποτελεί μια κρίσιμη παράμετρο για:

- το κόστος κατασκευής
- την καλή λειτουργία

- το κόστος λειτουργίας

Η τυποποιημένη προσέγγιση υπολογισμού του κατάλληλου χώρου για κάθε επιμέρους χρήση είναι, αφού επιλέξουμε την ΤΩΑΣ, να ακολουθήσουμε τις κατευθυντήριες γραμμές για το χώρο ανά επιβάτη, που θα δώσει το απαιτούμενο Επίπεδο Εξυπηρέτησης κατά την αντιπροσωπευτική αυτή ώρα. Υπάρχουν 6 επίπεδα εξυπηρέτησης, Α το καλύτερο, F το δυσμενέστερο. Η Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (Federal Aviation Administration, FAA) προτείνει 23m ανά Επιβάτη Τυπικής Ώρας Αιχμής (TypicalPeakHourPassenger, TPHP) για αεροσταθμούς εσωτερικού και επιπλέον 14m για αεροσταθμούς διεθνών πτήσεων, ώστε να ανταποκρίνεται σε ένα μέσο Επίπεδο Εξυπηρέτησης (LOS) από 0 έως D, κατά τις οδηγίες της IATA. Οι οδηγίες της IATA για τις απαιτήσεις σε χώρο κυμαίνονται από 2,7m² έως 1,0m² ανά άτομο για επίπεδο εξυπηρέτησης από Α έως F για χώρους μακράς αναμονής, που μειώνεται σε 1,4m έως 0,6m για χώρους αναμονής στις πύλες.

Οι τυποποιημένες αυτές διαδικασίες σχεδιασμού για τους αεροσταθμούς δεν είναι εντελώς ικανοποιητικές. Βασίζονται σε μαθηματικούς τύπους από εγχειρίδια, οι οποίοι δεν μπορούν να ανταποκριθούν στην πραγματικότητα κάθε κατάστασης και παρερμηνεύονται εύκολα με αποτέλεσμα τη λανθασμένη εφαρμογή τους. Π.χ. οι προδιαγραφές χώρου του IATA για επαρκές επίπεδο εξυπηρέτησης C είναι σε πολλές περιπτώσεις το διπλάσιο από ότι απαιτείται, προφανώς καθορισμένο για την περίπτωση, όπου όλοι σχεδόν οι επιβάτες βρίσκονται σε κίνηση και έχουν καρτσάκια αποσκευών. Η απαίτηση επίσης επηρεάζεται σημαντικά από το εάν η δραστηριότητα είναι κοινή ή αφορά συγκεκριμένη αεροπορική εταιρεία, διαδρομή ή τύπο λειτουργίας. Η ύπαρξη ιδιωτικών περιοχών σε δημόσιους χώρους οδηγεί σε σπατάλη δημόσιων εγκαταστάσεων.

Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων των μοντέλων υπολογισμού εξαρτάται επίσης και από τη διαθεσιμότητα και καταλληλότητα των δεδομένων εισόδου. Αν υπάρχουν ανεπαρκή δεδομένα, θα υπάρχουν και αντίστοιχα μη ικανοποιητικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, στο σχεδιασμό του μήκους της ράμπας μπροστά από το κτίριο του τερματικού σταθμού είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε πόσοι επιβάτες φτάνουν με αυτοκίνητο, με ταξί ή με λεωφορείο, το μέσο αριθμό επιβατών σε καθένα από τα προαναφερθέντα μέσα μεταφοράς, το μέσο χρόνο στάθμευσης κάθε οχήματος και το μήκος του απαιτούμενου χώρου αναμονής για κάθε μέσο μεταφοράς. Παρόλα αυτά το μήκος της ράμπας μπορεί να εκτιμηθεί επίσης χρησιμοποιώντας τις προκαθορισμένες τιμές για κάθε είδος οχήματος. Για μικρά αεροδρόμια, κάτω από 0,5 εκατομμύρια επιβάτες ετησίως, προτείνεται η σύγκριση των τιμών από εμπειρικούς κανόνες με την κρίση των ειδικών.

Κάποια υπολογιστικά μοντέλα είναι ικανά, όχι μόνο να διαστασιολογούν μεμονωμένα τμήματα του κτιρίου του αεροσταθμού, αλλά και να εξετάζουν τη θέση των εγκαταστάσεων μέσα στο κτίριο. Για παράδειγμα, για τη μεγιστοποίηση των κερδών, τα καταστήματα πρέπει να είναι τοποθετημένα, έτσι ώστε να είναι ορατά, καθώς οι επιβάτες αναχωρήσεων κινούνται διαμέσου του κτιρίου σε μια φυσική διαδρομή προς το αεροσκάφος. Οι επιβάτες πιθανότατα θα ψωνίσουν παρορμητικά, παρότι λέγεται ότι με κίνηση κάτω από 1 ή 2 εκατομμύρια επιβάτες ετησίως (mpra), είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί αρκετό εισόδημα από τις παραχωρήσεις του αεροσταθμού.

Δυναμικός Σχεδιασμός

Για αεροδρόμια με όγκο επιβατών από 0,5 έως 5 εκατομμύρια επιβάτες ετησίως, η χρήση στατικών ή σταθερού λόγου μοντέλων είναι προβληματική. Ο όγκος των επιβατών είναι πολύ μεγάλος για να αξιολογήσουμε τα δεδομένα από τα στατικά μοντέλα εμπειροτεχνικά, αλλά και πολύ μικρός ώστε το σύστημα του αεροδρομίου να είναι σχετικά σταθερό. Συνεπώς, είναι πιο κατάλληλο να χρησιμοποιήσουμε μοντέλα προσομοίωσης που επιτρέπουν τη δυναμική μοντελοποίηση για τέτοια αεροδρόμια.

Ο δυναμικός σχεδιασμός γίνεται με την προσομοίωση μεμονωμένων τμημάτων του κτιρίου του αεροσταθμού, και επιτρέπει να θεωρούμε ότι ανεξάρτητα τμήματα του κτιρίου λειτουργούν κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Έτσι, για τα σημεία ελέγχου στο check-in είναι δυνατό να θέσουμε διαφορετικά μήκη ουρών για διαφορετικές κατηγορίες επιβατών (3 επιβάτες στην ουρά επιβατών πρώτης θέσης, 5 επιβάτες στην ουρά επιβατών business class και για το 90% όλων των επιβατών ο χρόνος αναμονής να είναι μικρότερος των 15min κ.τ.λ.).

3.2 Η διαδικασία εξυπηρέτησης

3.2.1 Εξυπηρέτηση Επιβατών

Το σχέδιο των διαδικασιών εξυπηρέτησης κατά την άφιξη ή την αναχώρηση μπορεί να διαφοροποιείται με πολλούς τρόπους. Η βασικότερη διαφοροποίηση είναι η διαφορετική εξυπηρέτηση επιβατών πτήσεων εσωτερικού και διεθνών πτήσεων λόγω των διαφορετικών ελέγχων στα σύνορα. Υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη συνόρων αυτή τη στιγμή στην Ευρώπη:

- σύνορα μεταξύ χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τρίτων χωρών – έχουν τον ίδιο χαρακτήρα όπως στο παρελθόν
- σύνορα μεταξύ χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης - η μετακίνηση αγαθών είναι ελεύθερη, η μετακίνηση προσώπων επιθεωρείται
- σύνορα μεταξύ χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης που έχουν υπογράψει τη συνθήκη του SCHENGEN - αντιμετωπίζονται σαν εσωτερικές μετακινήσεις.

Προκύπτουν και άλλες διαφοροποιήσεις, σαν αποτέλεσμα διαφορετικών κανονισμών κάθε κράτους, όσον αφορά στο τελωνείο, τα διαβατήρια, την ασφάλεια και την υγεία, όπως οι ειδικές απαιτήσεις ασφαλείας για τις Ιρλανδικές διαδρομές από και προς το Ηνωμένο Βασίλειο. Κατά την αποχώρηση, υπάρχουν δυο πιθανές βασικές διαδικασίες check-in: **check-in για μεμονωμένες πτήσεις και κοινό check-in.**

Στο check-in μεμονωμένων πτήσεων, ο επιβάτης μιας συγκεκριμένης πτήσης μπορεί να εξυπηρετηθεί σε ένα ή περισσότερα γκισέ που προορίζονται για εκείνη την πτήση. Οι πληροφορίες σχετικά με τον επιβάτη και την κατάσταση κράτησης της πτήσης, που είναι απαραίτητες για τη φόρτωση των αποσκευών, μπορεί να συλλεχθούν χειροκίνητα ή να ληφθούν από το σύστημα κρατήσεων. Συχνά το πλεονέκτημα αυτής της διαδικασίας είναι ο μικρότερος χρόνος εξυπηρέτησης για ένα μεμονωμένο επιβάτη,

γιατί το check-in του δεν απαιτεί πρόσβαση στο κεντρικό σύστημα κρατήσεων. Οι ναυλωμένες πτήσεις (πτήσεις charter) ιδιαίτερα έχουν την τάση να χρησιμοποιούν αυτόν τον τύπο check-in, αλλά με λίγα γκισέ. Ο μεγάλος αριθμός αποσκευών μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλων ουρών.

Στην περίπτωση του κοινού check-in, ο επιβάτης μπορεί να κάνει check-in σε οποιοδήποτε γκισέ της δεδομένης αεροπορικής εταιρείας, σε πράκτορα εξυπηρέτησης ή ακόμα και σε ολόκληρο το κτίριο του αεροσταθμού ή στο τμήμα εκείνο που είναι κατάλληλα εξοπλισμένο. Η υποστήριξη αυτής της μεθόδου εξυπηρέτησης απαιτεί τεχνολογία υπολογιστών. Οι πληροφορίες σχετικά με τους επιβάτες (κατάσταση κράτησης της πτήσης) πρέπει να είναι διαθέσιμες σε κάθε γκισέ του check-in. Η τεχνολογία των υπολογιστών μπορεί επίσης να βοηθήσει και σε περαιτέρω επεξεργασία των πληροφοριών κατά τη διαδικασία του check-in (θέση του επιβάτη στο αεροπλάνο, δεδομένα για τη φόρτωση των αεροσκαφών, ειδικές απαιτήσεις σε φαγητό κ.τ.λ.).

Το πλεονέκτημα του κοινού check-in είναι ότι υπάρχει ίσος φόρτος σε όλα τα γκισέ του. Σε κάποιες περιπτώσεις, το μειονέκτημα είναι οι σχετικά μεγαλύτεροι χρόνοι εξυπηρέτησης των πτήσεων, που θα είχαν μικρές ουρές. Επίσης, εάν το check-in πραγματοποιείται από τον πράκτορα εξυπηρέτησης, είναι πιθανόν να υπάρξει απώλεια της εξακρίβωσης των στοιχείων του επιβάτη από την αεροπορική εταιρεία. Το ίδιο γκισέ στο check-in συχνά χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της ημέρας από αρκετές αεροπορικές εταιρείες ή πράκτορες. Αυτό είναι δυνατό χάρη στο σύστημα Εξοπλισμού Αεροσταθμού Κοινής Χρήσης, το οποίο παρέχει πρόσβαση στο δίκτυο υπολογιστών και επιτρέπει σε κάθε εταιρεία να χρησιμοποιήσει το ειδικό λογισμικό. Το λογότυπο της εταιρείας μπορεί να εμφανίζεται πάνω από το γκισέ, κατά το διάστημα που αυτή το χρησιμοποιεί. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί από μια μόνο εταιρεία με πολλές πτήσεις, σε περίπτωση κατά την οποία η ουρά μπορεί να πάρει μορφή κροκοδείλου, ιδιαίτερα εάν το διαθέσιμο βάθος για τη δημιουργία της ουράς είναι μικρό. Έτσι, οι επιβάτες αποφεύγουν την παραμονή τους σε μια αργή ουρά, αλλά πρέπει να μετακινούν πολλές φορές τις αποσκευές τους προς τα μπροστά.

Η διαδικασία εξυπηρέτησης των επιβατών κατά την αναχώρηση συνήθως αποτελείται από την υποβολή των εισιτηρίων και των έλεγχο των διαβατηρίων τους. Έτσι ελέγχονται και τα δεδομένα της κράτησης και οι ταυτότητές τους. Οι ελεγχόμενες αποσκευές (που θα μεταφερθούν στους χώρους αποθήκευσης του αεροσκάφους) ζυγίζονται και αν ξεπερνούν τα όρια βάρους για δωρεάν μεταφορά, χρεώνεται το ανάλογο τίμημα. Το βάρος των αποσκευών καταγράφεται στο αεροπορικό εισιτήριο και οι αποδείξεις των αποσκευών επικολλώνται πάνω σε αυτό. Στη συνέχεια οι επιβάτες παραλαμβάνουν την κάρτα επιβίβασης τους. Σε κάποιες πτήσεις, οι αεροπορικές εταιρείες επιτρέπουν στους επιβάτες να πάρουν ένα ή περισσότερα τεμάχια αποσκευών συγκεκριμένων διαστάσεων χωρίς χρέωση.

Όλες οι αποσκευές, που παραδίδονται στην αναμονή, πρέπει να υποβάλλονται σε έλεγχο ασφαλείας (π.χ. ακτίνες X). Ο έλεγχος αυτός των καταχωρημένων αποσκευών μπορεί να γίνει πριν το check-in ή κατευθείαν στο check-in, ώστε να συμμετέχει σε αυτόν και ο επιβάτης. Παρόλα αυτά, αυτόματοι έλεγχοι ασφαλείας μπορούν να πραγματοποιηθούν σε οποιοδήποτε σημείο της διαδικασίας χειρισμού των αποσκευών.

Μερικές χώρες απαιτούν επίσης τον τελωνειακό έλεγχο κατά την έξοδο από τη χώρα. Οι επιβάτες στην περίπτωση αυτή περνούν στο τμήμα ελέγχου διαβατηρίων μεταναστών και υποβάλλονται σε προσωπικό έλεγχο και σε έλεγχο των αποσκευών που θα έχουν μαζί τους στην καμπίνα του αεροσκάφους.

Με σκοπό την επιτάχυνση των διαδικασιών και τη μείωση των απαιτήσεων σε αριθμό υπαλλήλων, αρκετά αεροδρόμια έχουν εισάγει το σύστημα Αυτόματης Έκδοσης Εισιτηρίων και Επιβίβασης για επιβάτες χωρίς χειραποσκευές. Με τη βοήθεια μιας οθόνης επαφής, οι επιβάτες βλέπουν αν υπάρχουν κενές θέσεις στη συγκεκριμένη πτήση. Το σύστημα ATB εκτυπώνει τα εισιτήρια των επιβατών, οι οποίοι πληρώνουν με πιστωτική κάρτα και παίρνουν μαζί τους τις κάρτες επιβίβασης με τη μαγνητική ταινία για να περάσουν στην εναέρια περιοχή. Το σύστημα αυτό παρέχει απόλυτη ταυτοποίηση των επιβατών και των αποσκευών τους.

Η ακολουθία των μεμονωμένων σταδίων της διαδικασίας του check-in μπορεί να διαφέρει από αεροδρόμιο σε αεροδρόμιο. Σε κάποια αεροδρόμια, ο κεντρικός έλεγχος ασφαλείας γίνεται στην είσοδο της περιοχής του check-in, στην οποία επιτρέπεται να εισέλθουν μόνο όσοι κρατούν αεροπορικό εισιτήριο. Μπορούν να γίνουν και πολλοί άλλοι συνδυασμοί, όπως η πραγματοποίηση του check-in στην πύλη αναχώρησης.

Το σύστημα του check-in αμέσως αφού βγει ο επιβάτης από το αυτοκίνητο στο πεζοδρόμιο μπροστά από το κτίριο του αεροσταθμού, το λεγόμενο check-in του πεζοδρομίου, είναι συνηθισμένο στους αερολιμένες της Βόρειας Αμερικής. Με αυτόν τον τρόπο, οι επιβάτες απαλλάσσονται από τις αποσκευές τους και μπορούν να ολοκληρώσουν τη διαδικασία του check-in στα γκισέ μέσα στο κτίριο.

Πολλοί από τους νέους μεταφορείς χαμηλού κόστους πλέον δεν κρατούν θέσεις, επομένως για πτήσεις εσωτερικού ο μόνος λόγος για το check-in είναι για να παραδοθούν οι αποσκευές.

Κατά την άφιξη οι επιβάτες περνούν πρώτα από έλεγχο διαβατηρίων. Οι επιβάτες μπορούν να διαχωριστούν σε αρκετά κανάλια, ανάλογα με την εθνικότητά τους και τους κανονισμούς που αφορούν στη βίζα τους. Για επιχειρηματίες ή συχνούς ταξιδιώτες, υπάρχει σε κάποια αεροδρόμια σύστημα αυτόματου ελέγχου. Κατά την πρώτη είσοδο σε μια χώρα και κατόπιν αιτήσεως παρέχεται στους επιβάτες μια κάρτα ταυτοποίησης, που μαζί με τα στοιχεία του διαβατηρίου περιέχει και βιομετρικά στοιχεία (π.χ. δακτυλικά αποτυπώματα, γεωμετρία προσώπου ή χαρακτηριστικά ίριδας). Σε μετέπειτα εισόδους, μηχανισμοί ανάγνωσης ελέγχουν τα βιομετρικά στοιχεία του επιβάτη σε σύγκριση με αυτά στην κάρτα. Αν είναι απαραίτητο, ο έλεγχος των διαβατηρίων ακολουθείται από υγειονομική εξέταση. Αφού οι επιβάτες διεθνών πτήσεων πάρουν τις αποσκευές τους περνούν από το τελωνείο. Για να επιταχυνθούν οι έρευνες στο τελωνείο είναι σύνηθες να χρησιμοποιείται το σχέδιο της κόκκινης και της πράσινης εξόδου. Η κόκκινη έξοδος χρησιμοποιείται από τους επιβάτες που δηλώνουν τα αγαθά στο τελωνείο, ενώ η πράσινη από τους υπόλοιπους, όπου γίνονται και κάποιοι αιφνιδιαστικοί έλεγχοι. Στα αεροδρόμια της Ευρωπαϊκής Ένωσης μπορεί να υπάρχει και μια μπλε έξοδος, την οποία χρησιμοποιούν επιβάτες που ανήκουν σε χώρες της Ε.Ε. για τις οποίες ισχύουν ειδικοί τελωνειακοί κανονισμοί.

3.2.2 Λειτουργίες και εργασίες κατά την επίγεια εξυπηρέτηση αεροσκαφών

Μετά από κάθε προσγείωση ενός αεροσκάφους και πριν από την απογείωσή του απαιτείται μία σειρά από εργασίες και λειτουργίες που χαρακτηρίζονται ως επίγεια εξυπηρέτηση (groundhandling) και περιλαμβάνουν την αποβίβαση και επιβίβαση των επιβατών, την τροφοδοσία του αεροσκάφους με ηλεκτρική ενέργεια, κλιματισμό, νερό και πιεσμένο αέρα, την εκφόρτωση και φόρτωση αποσκευών και εμπορευμάτων, την τροφοδοσία με καύσιμα, τους απαραίτητους τεχνικούς ελέγχους πριν την απογείωση και (στην περίπτωση στάθμευσης κάθετα προς την πρόσοψη του αεροσταθμού) τη χρήση ρυμουλκού οχήματος που μεταφέρει το αεροσκάφος από την πρόσοψη του αεροσταθμού στο πεδίο ελιγμών.

Όσο ταχύτερα εκτελούνται οι εργασίες επίγειας εξυπηρέτησης, τόσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος για την αξιοποίηση του αεροσκάφους, κάτι που ενδιαφέρει τόσο τις αεροπορικές εταιρείες όσο και τις υπηρεσίες του αεροδρομίου. Έτσι οι εργασίες επίγειας εξυπηρέτησης πρέπει να ανταποκρίνονται στο τρίπτυχο ελαχιστοποίηση χρόνου παραμονής του αεροσκάφους επί του εδάφους, αξιοπιστία των διαδικασιών και ελέγχων, παροχή της μέγιστης δυνατής ασφάλειας.

Οι λειτουργίες και εργασίες που αφορούν την επίγεια εξυπηρέτηση αεροσκαφών είναι:

- αποβίβαση και επιβίβαση των επιβατών, που μπορούν να γίνουν με κλίμακες που φέρει το αεροσκάφος (για μικρά αεροσκάφη), με μετακινούμενες κλίμακες στις θύρες του αεροσκάφους, με γέφυρες αποβίβασης - επιβίβασης (γνωστές και ως φυσούνες), με κινητές αίθουσες αφίξεων – αναχωρήσεων,
- τροφοδοσία του αεροσκάφους με ηλεκτρική ενέργεια, κλιματισμό, πιεσμένο αέρα και νερό,
- εκφόρτωση και φόρτωση αποσκευών και εμπορευμάτων, που συνήθως αποτελούν την πιο χρονοβόρα ανάμεσα στις εργασίες της επίγειας εξυπηρέτησης,
- τεχνικοί έλεγχοι που είναι απαραίτητοι ώστε να πιστοποιείται ότι το αεροσκάφος μπορεί να αναχωρήσει,
- ρυμούλκηση του αεροσκάφους, όταν αυτό σταθμεύει κάθετα προς το πεδίο ελιγμών και διευκόλυνση της κίνησης του για απογείωση.

Η τροφοδοσία με καύσιμα θεωρείται αυτοτελής λειτουργία και δεν περιλαμβάνεται συνήθως στις εργασίες επίγειας εξυπηρέτησης.

3.2.3 Εξοπλισμός για τις εργασίες επίγειας εξυπηρέτησης

Οι εργασίες επίγειας εξυπηρέτησης μπορούν να πραγματοποιηθούν με χρήση εξοπλισμού:

- που διαθέτει η αεροπορική εταιρεία,
- που διαθέτει το αεροδρόμιο ή εταιρεία επίγειας εξυπηρέτησης και βρίσκεται σε σταθερές θέσεις (λύση που μπορούν να παρέχουν μόνο μεσαίου και μεγάλου μεγέθους αεροδρόμια),
- που διαθέτει το αεροδρόμιο ή εταιρεία επίγειας εξυπηρέτησης και είναι κινητός.

Μια εταιρεία διαλέγει τον τρόπο επίγειας εξυπηρέτησης σε συνάρτηση με τον τύπο της πτήσης (μικρής ή μεγάλης εμβέλειας), το μέγεθος του αεροσκάφους, την έκταση των εργασιών επίγειας εξυπηρέτησης.

3.2.4 Επίγεια μεταφορά επιβατών

Η χρήση αεριωθούμενων αεροπλάνων μεγάλης ατράκτου κατέστησε αναγκαία την επέκταση των αερολιμένων και ιδιαίτερα των κτιρίων των αεροσταθμών. Τα μεγαλύτερα ανοίγματα των φτερών των αεροπλάνων απαιτούσαν μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ των θέσεων στάθμευσής τους και μακρύτερες διαδρομές που έπρεπε να περπατήσουν οι επιβάτες. Από την άλλη πλευρά, οικονομικές πιέσεις ανάγκασαν τις αεροπορικές εταιρείες να αυξήσουν την καθημερινή χρησιμοποίηση των αεροσκαφών και να μειώσουν τους νεκρούς χρόνους τους. Στους μεγάλους αερολιμένες, αυτό απαίτησε την εισαγωγή της επίγειας μεταφοράς επιβατών.

Τα περισσότερα από τα επίγεια μέσα μεταφοράς των επιβατών, που χρησιμοποιούνται στους αερολιμένες, αναπτύχθηκαν αρχικά για τη μεταφορά μέσα στις πόλεις. Κάποια από αυτά βελτιώθηκαν ή τροποποιήθηκαν για χρήση σε αερολιμένες.

Όπως προαναφέρθηκε, υπάρχουν διεθνώς προτεινόμενες μέγιστες διανυόμενες αποστάσεις στα κτίρια των αερολιμένων. Συνήθως αυτές οι αποστάσεις δεν αναμένεται να ξεπερνούν τα 300m. Εάν είναι μεγαλύτερες, είναι απαραίτητη η παροχή διευκολύνσεων στους επιβάτες. Ο δεύτερος στόχος των επίγειων μέσων μεταφοράς των επιβατών στους αερολιμένες είναι η ελαχιστοποίηση των χρόνων σύνδεσης μεταξύ μεμονωμένων πτήσεων.

Τα κτίρια των αεροσταθμών σε αερολιμένες με όγκο επιβατών μέχρι 5 εκατομμύρια ετησίως, γενικά δεν απαιτούν την ύπαρξη τέτοιων οχημάτων. Παρότι μπορεί να είναι επιθυμητή η διευκόλυνση της μετακίνησης των επιβατών στον αερολιμένα, κάθε τέτοιο όχημα σημαίνει αύξηση του κόστους επένδυσης κατά την κατασκευή του αερολιμένα. Επίσης, σημαίνει αύξηση στα λειτουργικά κόστη, ιδιαίτερα για να είναι εγγυημένη η διαθεσιμότητα και αξιοπιστία των οχημάτων. Επιπλέον, οι επιβάτες που χρησιμοποιούν αυτά τα οχήματα, δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα καταστήματα. Επομένως, εάν είναι αποδεκτό από τους επιβάτες, υπάρχει η τάση να αποφεύγεται η χρήση των επίγειων οχημάτων μεταφοράς τους στους αερολιμένες.

Η επιλογή του κατάλληλου οχήματος μεταφοράς επιβατών εξαρτάται από:

- την ταχύτητα
- τη χωρητικότητα
- την ασφάλεια.

Άλλα κριτήρια για την επιλογή είναι συνήθως οι εξής παράγοντες:

- απόσταση μεταφοράς και διαφορές επιπέδων
- απαιτούμενη συχνότητα
- αξιοπιστία
- ευκολία χρήσης από άτομα με ειδικές ανάγκες
- ευκολία χρήσης μαζί με αποσκευές
- απαιτήσεις συντήρησης
- χαρακτηριστικά σχεδιασμού και προμήθειες
- λειτουργικές δαπάνες.

Για τη μεταφορά των επιβατών μεταξύ του κτιρίου του αεροσταθμού και απομακρυσμένων θέσεων στάθμευσης αεροσκαφών στο χώρο στάθμευσής τους ή μεταξύ μεμονωμένων κτιρίων του αερολιμένα, είναι δυνατή η χρήση κανονικών ή ειδικών λεωφορείων. Τα ειδικά λεωφορεία των αερολιμένων, που χρησιμοποιούνται για λειτουργία εντός του χώρου στάθμευσης συνήθως έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα από τα κανονικά. Επειδή δεν έχουν σχεδιαστεί για κανονική λειτουργία σε δημόσιες μεταφορές, μπορούν να είναι πλατύτερα και να έχουν μικρότερη απόσταση από το έδαφος. Αυτό διευκολύνει την επιβίβαση και την αποβίβαση των επιβατών. Παρά το γεγονός ότι τα ειδικά λεωφορεία έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα, κάποιες φορές η χωρητικότητα ενός λεωφορείου δεν είναι επαρκής. Για αυτόν το λόγο π.χ. στον αερολιμένα της Χονολουλού χρησιμοποιείται το σύστημα του λεωφορείου-τρένου, που αποτελείται από αρκετές μονάδες με έναν οδηγό και τα ημι-ρυμουλκούμενα οχήματα.

Για τη μεταφορά των επιβατών από το κτίριο του αεροσταθμού στο αεροπλάνο, κάποιιοι αερολιμένες χρησιμοποιούν κινητές γέφυρες επιβατών (φυσούνες). Πλεονέκτημά τους είναι η βελτίωση στη χρησιμοποίηση του χώρου στάθμευσης και η απλοποίηση των μετακινήσεων των επιβατών. Οι επιβάτες δε χρειάζεται να αλλάξουν επίπεδα, όπως όταν χρησιμοποιούν λεωφορεία. Αν όλες οι θέσεις στάθμευσης αεροσκαφών στο χώρο στάθμευσης έχουν σχεδιαστεί ως απομακρυσμένες και χρησιμοποιούνται κινητές γέφυρες επιβατών για τη μετακίνησή τους, υπάρχει το πλεονέκτημα ενός πιο ήσυχου και λιγότερο μολυσμένου περιβάλλοντος στο κτίριο του αεροσταθμού. Τα μειονεκτήματα είναι η υψηλότερη τιμή σε σύγκριση με τα απλά λεωφορεία και ότι ο συνολικός χρόνος μεταφοράς με τις κινητές γέφυρες επιβατών είναι συνήθως μεγαλύτερος συγκριτικά με τα λεωφορεία (οι επιβάτες επιβιβάζονται και αποβιβάζονται μόνο δια μέσου της μοναδικής πόρτας, η οποία βρίσκεται στο μπροστινό μέρος). Όλα αυτά τα ειδικά οχήματα επιφέρουν συνέπειες στο σχεδιασμό των οδών της εναέριας πλευράς. Επί της ουσίας, όποιο επιφανειακό μέσο μεταφοράς και να χρησιμοποιηθεί για την πρόσβαση σε απομακρυσμένες θέσεις στάθμευσης, επιφέρει σοβαρές επιπτώσεις στο χώρο, την ασφάλεια, τη ρύπανση και τους ελάχιστους χρόνους σύνδεσης.

Οι πιο απλοί και πιο διαδεδομένοι τύποι μέσων μεταφοράς ανθρώπων εντός των κτιρίων του αεροσταθμού είναι οι κυλιόμενες σκάλες για τη μετακίνηση μεταξύ των επιπέδων και οι κυλιόμενοι διάδρομοι για σχεδόν οριζόντια μετακίνηση. Οι κυλιόμενοι διάδρομοι κυρίως χρησιμοποιούνται για αποστάσεις έως 200m. Συνήθως δεν ελαττώνουν σημαντικά το χρόνο πρόσβασης στο αεροπλάνο. Η απόσταση για την οποία χρησιμοποιούνται περιορίζεται από τη μέγιστη ταχύτητά τους, που συνήθως δεν πρέπει να ξεπερνά τα 1,25m/s. Το μήκος τους επίσης περιορίζεται από το γεγονός ότι είναι δυνατό να κατεβεί κανείς από αυτούς μόνο στην αρχή και στο τέλος τους. Συνεπώς, πρέπει να εγκαθίστανται πολλά τμήματα τέτοιων διαδρόμων, το ένα μετά το άλλο, στους διαδρόμους προς τις πύλες. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται επίσης ότι εάν ένα τμήμα τεθεί εκτός λειτουργίας, δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα η ποιότητα εξυπηρέτησης.

Για τη μεταφορά των επιβατών μεταξύ μεμονωμένων κτιρίων σε μεγαλύτερες αποστάσεις στον αερολιμένα, π.χ. μεταξύ των κτιρίων του αεροσταθμού (Gatwick, Kuala Lumpur) ή μεταξύ του κτιρίου του αεροσταθμού και του σιδηροδρομικού σταθμού (Birmingham), η χρήση κινούμενων διαδρόμων δεν είναι κατάλληλη λόγω της χαμηλής τους ταχύτητας. Σε αυτές τις περιπτώσεις, είναι συνηθισμένη η χρήση αυτόματων οχημάτων μεταφοράς, είτε σε μια διαδρομή, είτε σε παράλληλες διαδρομές.

Για πρώτη φορά στην Ευρώπη εγκαταστάθηκε τέτοιος τύπος οχήματος μεταφοράς στον αερολιμένα του Gatwick. Πρώτο χτίστηκε το κομμάτι που συνδέει το καινούργιο δορυφορικό κτίριο με το προϋπάρχον κύριο κτίριο του αεροσταθμού και το σιδηροδρομικό σταθμό. Έπειτα χτίστηκε άλλη μια διαδρομή, η οποία συνδέει το νότιο αεροσταθμό με το νέο βόρειο αεροσταθμό .

Το σύστημα μεταφοράς επιβατών με τη μεγαλύτερη ροή είναι αυτό στο διεθνές αεροδρόμιο Hartsfield της Ατλάντα, το οποίο μεταφέρει κατά μέσο όρο 109.000 επιβάτες ημερησίως .Το σύστημα συνδέει τις τέσσερις παράλληλες δορυφορικές αποβάθρες με το κύριο κτίριο του αεροσταθμού. Το σύστημα μεταφοράς βρίσκεται σε μια υπόγεια σήραγγα μήκους 1.600m μαζί με το σύστημα μεταφοράς αποσκευών και ένα διάδρομο.

Η αξιοπιστία των συστημάτων αυτού του τύπου είναι συνήθως μεγαλύτερη από αυτή των κυλιόμενων σκαλών ή των κυλιόμενων διαδρόμων. Στις ώρες αιχμής το σύστημα μεταφοράς λειτουργεί σε καθορισμένα διαστήματα. Εκτός των ωρών αιχμής είναι δυνατή η κλήση του οχήματος με το πάτημα ενός κουμπιού, όπως σε έναν ανελκυστήρα. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι κατασκευών και κίνησης. Η εταιρεία Westing house χρησιμοποιεί πλήρως αυτοματοποιημένα τροχοφόρα οχήματα μεταφοράς με ηλεκτρική κίνηση, ενώ η εταιρεία OTIS χρησιμοποιεί τη δική της τεχνολογία, η οποία χρησιμοποιείται για τους ανελκυστήρες, με τα οχήματα να κινούνται από ένα συρματόσκοινο.

Σε μεγάλους αερολιμένες, η παροχή επίγειας μεταφοράς επιβατών είναι τόσο σημαντική, όσο και η εναέρια μεταφορά. Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα η επίγεια μεταφορά επιβατών στον αερολιμένα είναι ο παράγοντας εκείνος που περιορίζει τη χωρητικότητα του αερολιμένα.

3.2.5 Χειρισμός Αποσκευών

Ο χειρισμός των αποσκευών έχει αρχίσει να γίνεται μια κρίσιμη δραστηριότητα. Οι αεροπορικές εταιρείες προσπαθούν να μειώσουν τους νεκρούς χρόνους μεταξύ μεμονωμένων πτήσεων, ενώ συγχρόνως οι μέσοι συντελεστές φόρτου αυξάνονται. Στους μεγάλους αερολιμένες μπορεί να υπάρχουν κατά μέσο όρο 210 επιβάτες ανά αεροσκάφος. Αν πάρει ο καθένας τα 20kg αποσκευών, που μπορεί να κουβαλήσει δωρεάν μέσα στο αεροσκάφος, μέσα σε 40min πρέπει περίπου 8th αποσκευών να ελεγχθούν, να ζυγιστούν, να φορτωθούν και να εκφορτωθούν. Ένα από τα κριτήρια για την ποιότητα εξυπηρέτησης του αερολιμένα είναι ο χρόνος αναμονής των επιβατών για την παραλαβή των αποσκευών μετά την αποβίβασή τους από το αεροσκάφος.

Σε μικρούς αερολιμένες οι περισσότερες από τις δραστηριότητες σχετικά με το χειρισμό των αποσκευών μπορούν να γίνουν χειρωνακτικά. Οι αποσκευές φορτώνονται στο όχημα μεταφοράς αποσκευών, είτε απευθείας, είτε από τον ιμάντα μεταφοράς και μεταφέρονται στο αεροσκάφος, όπου φορτώνονται στους χώρους εμπορευμάτων του. Οι αποσκευές μπορούν ακόμα και να δοθούν στους επιβάτες απευθείας από τα οχήματα μεταφοράς αποσκευών. Σε αερολιμένες μεσαίου μεγέθους, όπου αναχωρούν αρκετές πτήσεις ταυτόχρονα, πρέπει να γίνεται ταξινόμηση των αποσκευών. Η ταξινόμηση μπορεί να γίνει χειροκίνητα, όπου οι αποσκευές λαμβάνονται από τον ιμάντα μεταφοράς και φορτώνονται στα οχήματα ή ημιαυτόματα, όπου στην περίπτωση αυτή ο χειριστής προεπιλέγει τον κατάλληλο κλάδο, στον οποίο θα αποσταλούν οι αποσκευές, σύμφωνα με την ετικέτα τους. Και στα δύο αυτά συστήματα, υπάρχει η πιθανότητα του ανθρώπινου λάθους, η οποία οδηγεί σε ένα ορισμένο αριθμό χαμένων αποσκευών ή λανθασμένων αποστολών, γεγονός που πλήττει τη φήμη του αερολιμένα.

Σε μεγάλους αερολιμένες είναι απαραίτητο να υπάρχει αυτόματη ταξινόμηση των αποσκευών. Η αυτοματοποίηση μπορεί να αυξήσει σημαντικά τη χωρητικότητα του κτιρίου του αεροσταθμού και να βελτιώσει το επίπεδο εξυπηρέτησης. Κατά την ταξινόμηση χρησιμοποιούνται ετικέτες με barcodes στις αποσκευές, μαγνητικές κάρτες ή ηλεκτρονικά τσιπ για την αναγνώριση των αποσκευών και του προορισμού τους. Το σύστημα των barcodes είναι το πιο διαδεδομένο στις μέρες μας. Σε αυτή την περίπτωση οι ετικέτες εκτυπώνονται αυτομάτως, όταν οι επιβάτες περνούν από το check-in. Η ανάγνωση του κωδικού γίνεται αυτόματα με αισθητήρες λέιζερ ή εναλλακτικά ημιαυτόματα με αισθητήρες λέιζερ χειρός και τα στοιχεία αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων. Τα στοιχεία χρησιμοποιούνται για τη δρομολόγηση των αποσκευών μέσα στο σύστημα ταξινόμησής τους. Τα στοιχεία αυτά επίσης συγκρίνονται με τα στοιχεία από τη βάση δεδομένων των επιβατών. Έτσι γίνεται σίγουρη αντιστοίχιση αποσκευών-επιβατών, ώστε να εξασφαλιστεί ότι οι επιβάτες επιβιβάζονται στο ίδιο αεροσκάφος στο οποίο έχουν φορτωθεί οι αποσκευές τους. Αν κάποιος επιβάτης δεν επιβιβαστεί στο αεροσκάφος, είναι δυνατόν να προσδιοριστεί επακριβώς που βρίσκονται οι αποσκευές του και να εκφορτωθούν για λόγους ασφαλείας. Σε αερολιμένες με μεγάλο αριθμό διερχόμενων επιβατών είναι ακόμα πιο απαραίτητο να παρέχεται ταξινόμηση και αναδιανομή των αποσκευών σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, ώστε να

διασφαλιστούν οι ελάχιστοι χρόνοι διέλευσης των επιβατών. Ίσως είναι προτιμότερο να γίνεται η ταξινόμηση των αποσκευών αυτών έξω από το κύριο κτίριο του αεροσταθμού, ιδιαίτερα για τις διερχόμενες μεταφορές εντός της ίδιας αεροπορικής εταιρείας.

3.2.6 Μη αεροναυτικές υπηρεσίες

Αν σκεφτούμε τις ανάγκες των επιβατών, είναι απαραίτητο να συνειδητοποιήσουμε ότι ο κύριος λόγος που οι περισσότεροι άνθρωποι έρχονται στον αερολιμένα, δεν είναι ο αερολιμένας αυτός καθ' αυτός, αλλά επειδή θέλουν να φτάσουν κάπου αλλού. Οι περισσότεροι από τους επιβάτες βρίσκονται κάτω από συναισθηματική πίεση ακόμα και αν έχουν ταξιδέψει με αεροπλάνο κατά το παρελθόν. Επομένως, είναι απαραίτητο να δημιουργήσουμε ένα οικείο και ευχάριστο περιβάλλον για τον επιβάτη, όπου θα μπορεί να ηρεμήσει και να περάσει το χρόνο του πριν την επιβίβαση. Οι αεροπορικές εταιρείες παρέχουν το χώρο αυτό στους καλούς πελάτες τους, στα ιδιωτικά τους σαλόνια, αλλά οι αερολιμένες έχουν συνειδητοποιήσει την ανάγκη παροχής τέτοιου χώρου και υπηρεσιών για όλους τους τύπους επιβατών και άρα τις ευκαιρίες που συνεπάγεται αυτή η επέκταση.

Αυτή τη στιγμή πολλές διοικήσεις αερολιμένων έχουν μεγαλύτερο εισόδημα από δραστηριότητες εκτός των αεροναυτικών. Αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες. Ένας από τους κύριους παράγοντες είναι η ανάγκη αύξησης των εσόδων. Η πιθανότητα να γίνει αυτό μέσω των τελών προσγείωσης και εξυπηρέτησης είναι σε πολλές χώρες αυστηρά περιορισμένη από τους κανονισμούς των αντιμονοπωλιακών αρχών και επίσης από την ισχυρή πίεση που ασκούν οι αερομεταφορείς μέσω της IATA. Ταυτόχρονα, το πλεονέκτημα της παροχής μη αεροναυτικών υπηρεσιών στους αερολιμένες είναι ότι υπάρχει υψηλή συγκέντρωση των πιο εύπορων μελών της κοινωνίας και κανείς δεν είναι σε θέση να αποφύγει εντελώς το χρόνο παραμονής στον αεροσταθμό πριν την επιβίβασή του στο αεροπλάνο. Επομένως, κατά τη διάρκεια αυτού του χρόνου, μπορεί να χρησιμοποιήσει τα διαθέσιμα καταστήματα και υπηρεσίες, αν αυτά παρουσιάζουν ενδιαφέρον, αυξάνοντας έτσι το εισόδημα για τον αερολιμένα και τους αναδόχους (αυτούς που λειτουργούν τα καταστήματα).

Η ελάχιστη παροχή αεροναυτικών υπηρεσιών καθορίζεται ρητά από τεχνολογικές απαιτήσεις και από το πεδίο λειτουργίας του αερολιμένα. Η έκταση των μη αεροναυτικών δραστηριοτήτων εξαρτάται περισσότερο από το διαθέσιμο χώρο στον αερολιμένα και από τον αριθμό των επιβατών. Κάποιες φορές οι μη αεροναυτικές υπηρεσίες φτάνουν σε τέτοια επίπεδα, που εμποδίζουν τις διαδικασίες εξυπηρέτησης. Για παράδειγμα, μπορεί να περιορίσουν τη χωρητικότητα των γκισέ του check-in, να διακόψουν τη ροή των επιβατών που αναχωρούν ή το οπτικό τους πεδίο σχετικά με τις θέσεις των τουαλετών ή των πυλών αναχώρησης. Παρά το γεγονός ότι απαιτείται διαφοροποίηση και ποικιλία παρεχόμενων υπηρεσιών, οι μη αεροναυτικές υπηρεσίες δεν θα πρέπει ποτέ να εμποδίζουν την ομαλή εκτέλεση βασικών λειτουργιών του αερολιμένα.

3.3 Εμπορευματικοί αεροσταθμοί

Σε γενικές γραμμές, Σταθμός αερολιμένα, ή αεροδρομίου, ή "Αεροσταθμός" (Air Terminal), ονομάζεται το κτιριακό συγκρότημα εξυπηρέτησης των διακινουμένων επιβατών και εμπορευμάτων από/προς ένα αεροδρόμιο.

Οι αεροσταθμοί διακρίνονται σε πολιτικούς, επιβατικούς, εμπορευματικούς, ή σύνθετους και σε στρατιωτικούς. Επιπλέον οι επιβατικοί ή εμπορευματικοί διακρίνονται ανάλογα με τον προορισμό των διακινουμένων από/προς αυτούς σε εσωτερικούς και διεθνείς.

Οι αεροσταθμοί αποτελούν τους τερματικούς χώρους των απολήξεων των επίγειων συγκοινωνιακών δικτύων (οδικών και σιδηροδρομικών) που συνδέονται με τα αεροδρόμια, όπου συνηθέστερα διατάσσονται πλευρικά και περί το μέσον περίπου της έκτασης αυτών. Το μέγεθος της εγκατάστασης των εξαρτάται από τον αριθμό των διακινουμένων από αυτούς ατόμων, που μπορεί να είναι ένα μικρό κτίριο, όπως π.χ. σε ένα επαρχιακό αεροδρόμιο εσωτερικού, μέχρι ένα μεγάλο κτιριακό συγκρότημα στους διεθνείς αερολιμένες των μεγαλουπόλεων. Γενικά οι αεροσταθμοί μαζί με τους πύργους ελέγχου αποτελούν τις κυρίαρχες κτιριακές εγκαταστάσεις του κάθε αεροδρομίου- σημειώνεται ότι στα μικρά αεροδρόμια αποτελούν ενιαίο κτίριο.

Η ταχεία ανάπτυξη των αερομεταφερομένων εμπορευμάτων, παρά το μειονέκτημα του υψηλού κόστους έναντι του σημαντικότερου πλεονεκτήματος, του μεγάλου κέρδους χρόνου αλλά και της απλουστευμένης συσκευασίας, επέβαλε την ανάπτυξη ξεχωριστών αεροσταθμών από εκείνους των επιβατικών. Αυτοί είναι οι εμπορευματικοί αεροσταθμοί.

Σήμερα πολλές διεθνείς εταιρείες μεταφορών είτε έχουν δημιουργήσει ιδιαίτερους αεροσταθμούς εμπορευμάτων με δικές τους εγκαταστάσεις νοικιάζοντας κάποιους χώρους των υφιστάμενων αερολιμένων, είτε προχωρούν στη κατασκευή ιδιόκτητων αεροδρομίων καθαρά εμπορευματικών επενδύοντας μεγάλα χρηματικά ποσά σε εξελιγμένους εξοπλισμούς αυτοματοποίησης. Χαρακτηριστικοί τέτοιου εμπορευματικοί αεροσταθμοί είναι το "CargoCity" Λος Άντζελες, εξ ολοκλήρου εμπορευματικός, καθώς και της Γενεύης.

Σε έναν αερολιμένα μπορεί να υφίστανται περισσότεροι του ενός εμπορευματικοί αεροσταθμοί, είτε μικτοί εισαγωγών - εξαγωγών είτε και χωριστοί. Γενικά κάθε μικτός εμπορευματικός σταθμός θα πρέπει να διαθέτει, όπως ισχύει και στους λιμένες, διαφορετικούς χώρους εναπόθεσης και διεκπεραίωσης φορτίων εισαγωγής, εξαγωγής ή ανταπόκρισης (τράνζιτ).

Οι περισσότερες αεροπορικές εμπορευματικές μεταφορές πραγματοποιούνται με ειδικά εμπορευματοκιβώτια. Τα προς αεροπορική μεταφορά εμπορεύματα ομαδοποιούνται σε μεγαλύτερες μονάδες αξιοποιώντας μια από τις παρακάτω τεχνικές μοναδοποίησης:

Container που είναι άκαμπτα, προστατεύουν τα εμπορεύματα και είναι εύκολα στο χειρισμό τους. Οι συνήθεις διαστάσεις ενός container είναι 1,534x1,562 m είτε 1,534x3,175 m.

Igloo (ιγκλού), που είναι άκαμπτες παλέτες και χρησιμοποιούνται για την προστασία των εμπορευμάτων και την αποφυγή φθορών.

Παλέτες που είναι συσκευές με αναπόσπαστες κυλιόμενες επιφάνειες, πάνω στις οποίες τοποθετούνται τα εμπορεύματα. Οι τυπικές διαστάσεις μιας παλέτας είναι 2,235x3,175 m. Στον εξοπλισμό των εμπορευματικών αεροσταθμών περιλαμβάνονται εκτός από τις εγκαταστάσεις φύλαξης, αυτοματισμών και τηλεχειρισμών, (μεγάλες αποθήκες, ψυγεία, κυλιόμενες εγκαταστάσεις - κυλίστρες, ταινιόδρομοι κ.λπ.), σημαντικός αριθμός βοηθητικών μέσων μεταφορών και στοιβασίας όπως π.χ. περονοφόρα οχήματα (κλαρκ), ειδικά ανυψούμενα δάπεδα κ.λπ.

Οι εμπορευματικές αερομεταφορές, οι οποίες αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία των μεταφορών σαν *airfreight* αλλά και σαν *aircargo*, αποτελούν ζωτικής σημασίας παράγοντα για την οικονομία μιας χώρας. Για τις αεροπορικές εταιρείες, οι εμπορευματικές τους δραστηριότητες είναι οι πιο επικερδείς, έχουν σταθερό πελατολόγιο και αποτελούν εν πολλοίς σημαντικό συντελεστή εισοδήματος.

Αναφέρονται ενδεικτικά οι επισημάνσεις της IATA για τις επιπτώσεις του τρομοκρατικού κτυπήματος της 11ης Σεπτεμβρίου 2001. Παρότι το πλήγμα για τις επιβατικές αερομεταφορές ήταν βαρύτατο και ταλανίζει ακόμα και σήμερα τη διεθνή αεροπορική κοινότητα, οι εμπορευματικές δραστηριότητες (*aircargo*) διατήρησαν τη δυναμική τους. Όπως αναφέρεται και από την IATA, οι εμπορευματικές αερομεταφορές αποτελούν βραχίονα ανάκαμψης της αεροπορικής αγοράς στο σύνολό της. Επισημαίνεται σχετικά πως η μεταφορά εμπορευμάτων είναι οικονομικά αποδοτικότερη σε σύγκριση με την μεταφορά επιβατών.

Το επίπεδο υπηρεσιών στις εμπορευματικές μεταφορές διαφέρει και κυρίως δεν απαιτούνται πολυτελείς υποδομές για την εξυπηρέτηση των προσώπων. Οι αεροπορικές εταιρείες που εκτελούν εμπορευματικές πτήσεις, τις διαχωρίζουν στα ακόλουθα επίπεδα.

1. *Schedule cargo*: Πρόκειται για προγραμματισμένες πτήσεις που εκτελούνται σε προκαθορισμένες ημέρες και ώρες.
2. *Charter cargo*: Ναυλωμένες πτήσεις που εξυπηρετούν περιοδικά τις ανάγκες μιας περιοχής.
3. *Regional cargo*: Περιφερειακές πτήσεις που μεταφέρουν φορτία από το διαμετακομιστικό κέντρο μιας μεγάλης αγοράς σε μικρότερα σημεία.
4. *Commuter cargo*: Διακίνηση φορτίων με διαρκείς συμβάσεις, είθισται να

αναφερόμαστε στις ταχυμεταφορές.

Σαν εμπορευματικές αερομεταφορές θεωρούνται επίσης οι μεταφορές προσωπικού και στρατιωτικού υλικού. Στρατιωτικά σώματα όπως οι Ένοπλες Δυνάμεις των Ηνωμένων Πολιτειών και οι δυνάμεις του ΝΑΤΟ διακινούνται με πτήσεις cargo. Στις ημέρες μας δεν γίνονται επιτάξεις αλλά υπογράφονται συμβάσεις αναθέσεως έργου. Στο ίδιο επίπεδο λειτουργούν επίσης οι αποστολές ανθρωπιστικής αρωγής. Βασικό χαρακτηριστικό των εμπορευματικών αερομεταφορών είναι η διασύνδεσή τους με την εξυπηρέτηση της εφοδιαστικής αλυσίδας (logistics). Παρότι οι υποδομές επίγειας εξυπηρέτησης κοστίζουν λιγότερο, αποτελούν σύγχρονα στρατηγεία από όπου ελέγχονται τα πάντα.

3.3.1 Πρακτικές logistics

Πρακτικές Logistics εφαρμόζονται στις εμπορευματικές μεταφορές, στις διαδικασίες πριν και μετά την εκτέλεση του μεταφορικού έργου, και είναι οι εξής:

- Χρήση λογισμικών (επιπέδου WMS, ERP, CRM) για τον ποιοτικό έλεγχο και τη διαχείριση των φορτίων.
- Δημιουργία αποθηκών σε σημεία που θέτουν οι αρχές των αεροδρομίων στα πρότυπα αυτών που εξυπηρετούν εταιρείες μεταφορών, Logistics, 3PL και 4PL.
- Εφαρμογή ιχνηλασιμότητας σε παρτίδες εμπορευμάτων που διακινούνται μέσω των εναέριων οδών.
- Υιοθέτηση τεχνολογίας ακτινών και για επικίνδυνα φορτία.
- Εφαρμογές «έξυπνων» συστημάτων ανίχνευσης ραδιενεργών υλικών.

Όλες αυτές οι διαδικασίες προϋποθέτουν εμπειρία στα logistics για τη διαχείριση φορτίων διαφορετικής αξίας, χρηστικότητας και ανάγκης. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι μεγάλες εταιρείες που διαχειρίζονται προϊόντα υψηλής αξίας επιλέγουν τις εμπορευματικές αερομεταφορές σαν το μόνο αξιόπιστο μέσο ταχείας και ασφαλούς προώθησης των προϊόντων τους.

Θεωρητικοί των συνδυασμένων μεταφορών όπως ο καθηγητής κ. G. Miller αναφέρουν ότι οι εμπορευματικές αερομεταφορές αποτελούν μία βιώσιμη επιλογή όσο η εφοδιαστική αλυσίδα εξελίσσεται σε παράλληλα δίκτυα εφοδιασμού από τη μία άκρη του πλανήτη μέχρι την άλλη. Τα τιμολόγια των εμπορευματικών αερομεταφορών μπορεί να είναι ακριβά, αλλά αυτό είναι το κόστος των υψηλής ποιότητας υπηρεσιών. Οι παραδόσεις των φορτίων γίνονται με εξαιρετική ακρίβεια, γεγονός το οποίο αποδεικνύουν οι αυξητικές τάσεις στις εκτελέσεις παραγγελιών μέσω του διαδικτύου από χώρα σε χώρα και από ήπειρο σε ήπειρο. Το μερίδιο του aircargo στο πλέγμα των μεταφορών αντιπροσωπεύει ένα μικρό ποσοστό, που όμως συνεχώς αυξάνεται.

Δύο αμερικανικές εταιρείες, οι United Parcel Services (UPS) και Federal Express (FedEx), καθώς και μία ευρωπαϊκή, η DHL βασίζουν τα δίκτυά τους στην εύρυθμη λειτουργία του αεροπορικού τομέα τους ο οποίος συνδυάζεται με τα άλλα μέσα. Οι

υπηρεσίες πλέον εξειδικεύονται ως προς τα είδη των φορτίων, τη μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων, ανασυσκευασίες και ούτω καθεξής.

Οι εμπορευματικές αερομεταφορές στη χώρα μας σήμερα, εστιάζονται κατ' αρχήν στις υπηρεσίες αποστολής Τύπου, στις ταχυμεταφορές, αλλά και στις εισαγωγές προϊόντων. Η ίδρυση και λειτουργία του εμπορευματικού σταθμού στο αεροδρόμιο Ελ.Βενιζέλος αποτέλεσε την σοβαρότερη εξέλιξη στην ιστορία του ελληνικού aircargo. Οι υποδομές και η απελευθέρωση των διαδικασιών άνοιξαν νέες θέσεις εργασίας, τόνωσαν τον ανταγωνισμό υπέρ των συμφερόντων κάθε πελάτη και δημιούργησαν μια νέα δυναμικά εξελισσόμενη αγορά.

Η ίδρυση αεροπορικών εταιρειών που εκτελούν αποκλειστικά πτήσεις εμπορευματικών μεταφορών καταδεικνύει πως υπάρχει πρόσφορο έδαφος για ανάπτυξη του κλάδου.

Για τον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών «Ελ. Βενιζέλος», θα πρέπει να αναφερθούν τα εξής:

- Ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών αναπτύσσει περαιτέρω τις εμπορευματικές δραστηριότητές του στο χώρο που ήδη διαθέτει με τη φιλοξενία εταιρειών Third Party Logistics και άλλων γραφείων διαμεταφοράς.
- Έγινε σύνδεση του αεροδρομίου τόσο με τον εμπορικό λιμένα του Πειραιά, όσο και με το δίκτυο του σιδηροδρόμου, η οποία επιβλήθηκε από τις ανάγκες της αγοράς. Δεν υπάρχει σιδηροδρομική υποδομή που να μη λειτουργεί σαν κοινός παρονομαστής στο μεταφορικό έργο μεταξύ αεροδρομίων και λιμανιών
- Δρομολογείται περαιτέρω υλοποίηση σημαντικών έργων για τα Logistics και για τις αερομεταφορές, η οποία πρέπει να βασίζεται σε ολοκληρωμένη στρατηγική. Η σιδηροδρομική σύνδεση μεταξύ Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών - Εμπορικού Λιμένα Πειραιά - Εμπορευματικού Κέντρου Θριασίου αποτελεί μια εκ των ων ουκ άνευ επιλογή, όπως επίσης και η ανακατασκευή του δικτύου σταθερής τροχιάς προς το Λαύριο.

Τις εμπορευματικές μεταφορές μπορούν να εκτελούν αεροπορικές εταιρίες μεταφοράς εμπορευμάτων, ιδιώτες ή οι ένοπλες δυνάμεις διαφόρων μεμονωμένων χωρών.

3.3.2 Σχεδιαστικά χαρακτηριστικά των εμπορευματικών αεροσταθμών

«Κατά το σχεδιασμό των αεροπορικών εμπορευματικών δραστηριοτήτων θα πρέπει να επιδιώκεται ο διαχωρισμός των δραστηριοτήτων του εμπορευματικού σταθμού από τη μεταφορά επιβατών, ώστε να αποφεύγονται ανεπιθύμητες και άσκοπες διασταυρώσεις των δύο αυτών δραστηριοτήτων. Ο σχεδιασμός θα πρέπει να είναι ευέλικτος, δηλαδή να υπάρχει δυνατότητα επεκτασιμότητας και διαθεσιμότητας γης ώστε να αντιμετωπισθεί πιθανή μελλοντική αύξηση των εμπορευματικών φορτίων.

Στον εμπορευματικό σταθμό συντελούνται τέσσερις βασικές λειτουργίες: μετατροπή, κατά την οποία το προς φόρτωση εμπόρευμα συνδυάζεται με άλλα μοναδοποιείται

ώστε να προκύψει μια μεγαλύτερη μονάδα (π.χ. container) της οποίας ο χειρισμός είναι ευκολότερος, ταξινόμηση, που αφορά το είδος του εμπορεύματος και τον προορισμό του, αποθήκευση, κατά την οποία τα ταξινομημένα κατά είδος και προορισμό εμπορεύματα αποθηκεύονται μέχρι να δοθούν για αποστολή, μεταφορά, από την αποθήκη στο αεροσκάφος με τη συμπλήρωση και συνοδεία των απαραίτητων εγγράφων.

Ο εμπορευματικός σταθμός πρέπει να χωροθετείται ώστε να εξασφαλίζει εύκολη και ασφαλή χερσαία πρόσβαση.

Κρίσιμη παράμετρος για τον υπολογισμό των απαιτούμενων χώρων ενός εμπορευματικού σταθμού είναι το βάρος και ο όγκος των εμπορευματικών φορτίων τόσο σε ημερήσια όσο και σε ωριαία βάση.

Ένας εμπειρικός κανόνας είναι ότι απαιτούνται περίπου 0,1 m/τόνο εμπορεύματος που μπορεί όμως να φθάσει την τιμή 0,2 m/τόνο εμπορεύματος όταν η διακίνηση των εμπορευμάτων εντός του σταθμού είναι ιδιαίτερα αργή.

Τέλος ο συνολικός σχεδιασμός των εμπορευματικών δραστηριοτήτων θα πρέπει να έχει πρόβλεψη για τους απαιτούμενους χώρους αποθηκών, τελωνείου και τελωνειακού ελέγχου, ζυγίσματος, ψύξης - αποθήκευσης ευαίσθητων προϊόντων, προστατευμένους χώρους φύλαξης ακριβών προϊόντων, χώρους στάθμευσης οχημάτων, χώρους γραφείων διοίκησης και προσωπικού.»

Εκλογή θέσης. « Για την εκλογή της θέσης του εμπορευματικού σταθμού πρέπει να εκτιμηθούν οι πιο κάτω παράγοντες:

1. θέση σε αρμονία με τη γενική διάταξη όλου του αεροδρομίου
2. εξασφάλιση χώρου για μελλοντικές επεκτάσεις που θα καλύψουν τις ανάγκες 20 ετών τουλάχιστον
3. κατευθείαν επικοινωνία των χώρων σταθμεύσεως α/φ για τον σταθμό των επιβατών και τον εμπορευματικό σταθμό
4. πρόβλεψη για την άνετη εξυπηρέτηση των νέων α/φ που θα παρουσιαστούν τα προσεχή χρόνια
5. εύκολη επικοινωνία με τα υπάρχοντα δίκτυα μεταφορών των αστικών περιοχών (δρόμοι, σιδηρόδρομοι) κλπ.
6. ελάχιστη απόσταση τροχοδρομήσεων
7. επικοινωνία μεταξύ των εμπορευματικών σταθμών και των άλλων εγκαταστάσεων κατά προτίμηση με ανεξάρτητο οδικό δίκτυο
8. καμιά παρενόχληση στις υπόλοιπες λειτουργίες του αεροδρομίου
9. θεώρηση των μετεωρολογικών συνθηκών (π.χ. ανέμου) για την διευκόλυνση των επιγείων μεταφορών.

Βέλτιστες διαστάσεις

Για να επιτευχθούν οι βέλτιστες διαστάσεις των κτιρίων, πρέπει να ακολουθηθούν στον σχεδιασμό τα πιο κάτω κριτήρια:

1. Οι διαδρομές μεταξύ των διαφόρων περιοχών διακινήσεως αγαθών σε έναν εμπορευματικό σταθμό πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότεροι ώστε να υπάρχει ελάχιστη διακίνηση φορτίων και κινητού εξοπλισμού, καλύτερη συνεργασία μεταξύ των υπαλλήλων, πιο σωστός έλεγχος των εργασιών, και μεγαλύτερη ασφάλεια.
2. Πρέπει να υπάρχει ο απαιτούμενος χώρος για να μπορούν να γίνονται οι εκφορτώσεις στις ώρες της αιχμής
3. Καλύτερη χρησιμοποίηση του χώρου σε συνδυασμό με τον εξοπλισμό και τις μεθόδους φορτώσεως
4. Ικανότητα, για επέκταση του χώρου του σταθμού
5. Ελαχιστοποίηση της περιμέτρου του κτιρίου για αποφυγή κατασκευαστικού κόστους
6. Δυνατότητα αξιοποίησης μιας τεχνολογίας που αναπτύσσεται με άλματα.

Το καλύτερο σχήμα που θα μπορούσε να δοθεί σε ένα εμπορευματικό σταθμό είναι το τετράγωνο. Όμως η απαίτηση να ικανοποιούνται και άλλες συνθήκες σχεδιασμού, μπορούν να παραμορφώσουν το σχήμα αυτό.

Πέρα από την σχέση πλευρών 0,67X1,25 γεννώνται κρίσιμες περιοχές που πρέπει κανονικά να αποφεύγονται εκτός εάν τούτο είναι ανέφικτο.

Τα βασικά είδη Εμπορευματικών Σταθμών είναι:

α) Απλής χρήσεως

Στην κατηγορία αυτή υπάρχει η δυνατότητα εξυπηρέτησης είτε μιας εξαγωγής, είτε μιας εισαγωγής, ή συνδυασμών των δύο για μία μοναδική χρησιμοποίηση.

β) Πολλαπλής χρήσεως

Σε αυτούς υπάρχει η δυνατότητα ταυτόχρονης χρησιμοποίησης από πολλά αεροπλάνα των χώρων φορτώσεως και εκφορτώσεως. Μια άθροιση των απαιτήσεων του χώρου για κάθε α/φ δεν θα έδινε οικονομική και σωστή λύση. Το βασικό πρόβλημα εδώ είναι η εκλογή βάθους του κτιρίου σε συνδυασμό με τον αριθμό των α/φ που καλείται να εξυπηρετήσει, και τον μελλοντικών επεκτάσεων.»

πολιτικές δραστηριότητες (ΥΠΑ), καθότι η ισχύς του ανωτέρω κανονισμού προβλέπεται για αερολιμένες, ενώ την ευθύνη του περιβάλλοντα χώρου, εντός του Α/Δ (πλην του χώρου στάθμευσης της ΥΠΑ) την έχει ο διοικητής της Μονάδας, σύμφωνα με τα κριτήρια ασφάλειας της Π.Α. και των Ε.Δ. γενικότερα και εξωτερικά η ΕΛ.ΑΣ.

3.3.3 Συμπεράσματα

Η εξυπηρέτηση στρατιωτικών και πολιτικών δραστηριοτήτων στα Ελληνικά Α/Δ, σχεδόν επί μία εξηκονταετία κρίνεται γενικά ως επιτυχής και υποβοήθησε τα μέγιστα στην ανάπτυξη των αερομεταφορών στην Ελλάδα. Η εξέλιξη όμως της τεχνολογίας, η

ενεργός συμμετοχή της Ελλάδος στους Ευρωπαϊκούς και Διεθνείς Οργανισμούς, η υπερμεγέθης ανάπτυξη της αεροναυτιλίας διεθνώς και η εξέλιξη των ηλεκτρονικών συστημάτων, επιβάλλουν την ύπαρξη κανονισμών στους τρεις τομείς δραστηριοτήτων, που προαναφέρθηκαν, ώστε να μην επαφίεται η λειτουργία των Α/Δ στην καλή διάθεση και την ευελιξία των αντίστοιχων αεροπορικών αρχών, στρατιωτικών και πολιτικών.

Αναλυτικά για τα θέματα εγκαταστάσεων, συντήρησης και λειτουργίας, οι προσπάθειες των εμπλεκόμενων σε εθνικό και διεθνές επίπεδο για κοινούς κανονισμούς, (ICAO, σύστημα WGS 84 κ.λπ.) επιλύουν τα προβλήματα της εξυπηρέτησης και των δύο φορέων.

Στο συγκεκριμένο θέμα κοινό συμπέρασμα της μακράς συνεργασίας είναι ότι η μικρότερη εμπλοκή επιτυγχάνεται στην λειτουργία των δύο φορέων, όταν οι δραστηριότητες του πολιτικού Αερολιμένα αναπτύσσονται σε εγκαταστάσεις εκτός Α/Δ και εντελώς ανεξάρτητα των στρατιωτικών εγκαταστάσεων. Ουσιαστικά, με αυτό τον τρόπο κάθε φορέας διατηρεί την αυτονομία και ανεξαρτησία του και ελαχιστοποιούνται θέματα αλληλοεπικαλύψεων και εμπλοκών.

3.4 Απαιτήσεις λειτουργίας αεροδρομίων

3.4.1 Εισαγωγή

Το επίπεδο λειτουργίας ενός πολιτικού αεροδρομίου κρίνεται κατά βάση από τη διαθεσιμότητα των επιχειρησιακών του εγκαταστάσεων και δυνατοτήτων που προσφέρουν οι διάδρομοι, τα βοηθήματα ενόργανης προσέγγισης, η φωτεινή σήμανση, οι υπηρεσίες διάσωσης και πυρασφαλείας, τα κύρια μηχανολογικά και ηλεκτρικά συστήματα, οι ταινίες μεταφοράς επιβατών και αποσκευών κτλ. Με άλλα λόγια, από την κατάσταση ετοιμότητας του αερολιμένα εξαρτάται σε πιο βαθμό οι αεροπορικές εταιρείες που τον χρησιμοποιούν μπορούν να έχουν τις κατάλληλες επιχειρησιακές ευκολίες για την πληρέστερη δυνατή εξυπηρέτηση τους.

Σύμφωνα με τον ICAO, για την έκδοση άδειας λειτουργίας ενός πολιτικού αεροδρομίου απαιτείται να καλύπτονται συγκεκριμένα κριτήρια τα οποία και περιέχονται σε σχετικούς εθνικούς κανονισμούς και διατάγματα. Τα κριτήρια αφορούν την κατάσταση των εστρωμένων επιφανειών του αεροδρομίου (διαδρόμων, τροχοδρόμων, δαπέδων στάθμευσης), τις ζώνες ασφάλειας, την ημερήσια και φωτεινή σήμανση, τα άκρα των διαδρόμων και τροχοδρόμων, την πυροσβεστική υπηρεσία και τις υπηρεσίες διάσωσης, τις διαδικασίες εξυπηρέτησης και αντιμετώπισης των επικίνδυνων υλικών και σωματιδίων, το σχέδιο εκτάκτου ανάγκης, τα εμπόδια, την προστασία των ραδιοβοηθημάτων και βοηθημάτων πτήσης, τον έλεγχο των πτηνών, τα προγράμματα εσωτερικής επιθεώρησης και αξιολόγησης, την προστασία του κοινού και γενικότερα σε ένα σύστημα εκτίμησης και αναφοράς των συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή του αεροδρομίου, στην οποία περιλαμβάνονται και περιοχές όπου βρίσκονται διάφορες εργασίες σε εξέλιξη.

Γενικά, η Διοίκηση του αερολιμένα πρέπει να ικανοποιεί τις πιο κάτω θεσμικές απαιτήσεις:

- Η λειτουργία του αεροδρομίου τόσο στη μέσα σε αυτό περιοχή όσο και στις άμεσα γειτονικές να είναι ασφαλής.
- Οι υπηρεσίες, οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός του αεροδρομίου να είναι ο κατάλληλος για το τύπο των εξυπηρετήσεων που καλείται να προσφέρει.
- Η Διοίκηση, η οργάνωση και τα στελέχη του αεροδρομίου να είναι ικανά να διαχειρίζονται με ασφάλεια το πτητικό έργο του αερολιμένα.

3.4.2 Αρχές και μεθοδολογία σχεδιασμού κτηριακών και λοιπών εγκαταστάσεων

Ο αεροσταθμός αποτελεί το κομβικό σημείο των περισσότερων δραστηριοτήτων και λειτουργιών του αεροδρομίου και για το λόγο αυτό ο σχεδιασμός του υπόκειται σε ορισμένους κανόνες σχεδιασμού που κατά τεκμήριο και σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία συμβάλλουν στην εύρυθμη λειτουργία του.

Ο σχεδιασμός ενός κτηρίου αεροσταθμού πρέπει να λαμβάνει υπόψη (σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ICAO, της IATA, της FAA), [ICAO, Airport Planning Manual, Part 1: Master Planning, IATA, Airport Terminals Reference Manual, FAA, Planning and Design Guide lines for Airport Terminal Facilities]:

- το σύνολο των επιβατών ως ομοιογενές σώμα,
 - τα υποσύνολα των επιβατών με τις ίδιες ανάγκες,
 - τις ειδικές ανάγκες των επιβατών θεωρουμένων ως μονάδων,
 - το διαχωρισμό των λειτουργιών, που αποτελεί και το κύριο κριτήριο,
- τις απαιτήσεις επιβατών με ειδικές ανάγκες (AMEA, ηλικιωμένοι, βρέφη, κ.λπ.),
- τη λειτουργική διασύνδεσή του με τον περιβάλλοντα χώρο και τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται σ' αυτόν.

Πέραν των ανωτέρω, το κλειδί ενός επιτυχούς σχεδιασμού είναι η απλότητά του, που μεταφράζεται στην ευκρίνεια και διακρίτοτητα όλων των λειτουργιών και κυρίως των ροών των επιβατών.

Ο σχεδιασμός ενός αεροσταθμού πρέπει να χαρακτηρίζεται από απλότητα, προφανείς ροές επιβατών, λειτουργικότητα, άνεση, αισθητική, επεκτασιμότητα, προσαρμοστικότητα. Ειδικά η τελευταία ιδιότητα καθίσταται όλο και πιο απαραίτητη στο μεταβαλλόμενο αεροπολικό περιβάλλον, με χαρακτηριστικότερα παραδείγματα τα τελευταία χρόνια τους αυξημένους ελέγχους ασφαλείας (μετά το 2001), όπως και την κατάργηση (το 1999) των καταστημάτων αφορολογήτων ειδών για πτήσεις εντός της Ε.Ε.

Ένας επιτυχημένος σχεδιασμός προσδιορίζει τις απαιτήσεις και λειτουργίες, τις οποίες με αξιόπιστους αλγορίθμους μετατρέπει σε διαστασιολόγηση χώρων και εγκαταστάσεων. Οι μέγιστες αποστάσεις περπατήματος κατά την κίνηση σε έναν αεροσταθμό είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές της IATA :

- από το πιο απομακρυσμένο σημείο στάθμευσης οχημάτων μέχρι τα ελεγκτήρια εισιτηρίων: 300 m,
- από τα ελεγκτήρια εισιτηρίων μέχρι την πιο απομακρυσμένη πύλη εξόδου: 330 m,
- από την πύλη εξόδου (όταν δεν παρεμβάλλεται άλλο μέσο) μέχρι το αεροσκάφος: 50 m,
- από τη ράμπα αφίξεων-αναχωρήσεων οχημάτων μέχρι το ελεγκτήριο εισιτηρίων: 20 m.

3.4.3 Λειτουργίες, χώροι και εγκαταστάσεις ενός αεροσταθμού

Προσπέλαση αεροσταθμού, εκδοτήρια εισιτηρίων, χώροι αναμονής, χώροι εξυπηρέτησης, χώροι γραφείων, προσπέλαση αεροσκάφους. Ο σύνθετος χαρακτήρας της αεροπορικής μεταφοράς αναδεικνύεται στις λειτουργίες και διαδικασίες που συναντούμε σ' έναν αεροσταθμό και που κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- προσπέλαση ταχεία και ασφαλής από τα χερσαία μέσα στον αεροσταθμό. Ο αεροσταθμός πρέπει να διαθέτει αμαξίδια φόρτωσης αποσκευών, ικανοποιητική εξυπηρέτηση με λεωφορείο ή μετρό (η αναμονή δεν πρέπει να ξεπερνά τα 20 min), χώρους στάθμευσης ΙΧ και λεωφορείων, επαρκή αριθμό ταξί, αποτελεσματική σήμανση, εύκολη και ταχεία πρόσβαση στο εσωτερικό του αεροσταθμού, μικρά λεωφορεία για πρόσβαση προς χώρους στάθμευσης οχημάτων ή προς απομακρυσμένα σημεία του αεροσταθμού.

- διαδικασίες ασφαλείας και προμήθεια θέσης για το αεροσκάφος, που περιλαμβάνουν: εκδοτήρια εισιτηρίων, ελέγχους ασφαλείας, εγγραφή (check-in) του επιβάτη στην πτήση, εγγραφή των αποσκευών, επιλογή θέσης για το αεροσκάφος, πληροφόρηση για την πύλη εξόδου, τελωνειακούς ελέγχους, υγειονομικούς ελέγχους, ελέγχους μεταναστών, παραλαβή αποσκευών, χώρους αναζήτησης απωλεσθέντων ειδών,

- συστήματα πληροφόρησης για τις πτήσεις,

- χώροι αναμονής, στους οποίους ο επιβάτης αφιερώνει το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου του εντός του αεροσταθμού (μέχρι ένα σημείο με την παρουσία και όσων τον συνοδεύουν ή προσήλθαν να τον παραλάβουν). Οι χώροι αναμονής περιλαμβάνουν:

- αίθουσες αναμονής στην αναχώρηση, την άφιξη, τις πύλες εξόδου αλλά και γενικά για την αναμονή των επισκεπτών, εργαζομένων, διερχομένων,

- χώρους και λειτουργίες για τις ανάγκες και την εξυπηρέτηση των επιβατών: τουαλέτες, χώρους περιποίησης βρεφών, πρώτες βοήθειες, ιατρείο, ταχυδρομείο, χώρους πληροφόρησης, χώρους απόθεσης αποσκευών (που δεν θα μεταφέρουν μαζί τους), κουρείο, κομμωτήριο, χώρους περιποίησης και αισθητικής,
 - χώρους φαγητού και αναψυχής: εστιατόρια, bar, βιβλιοπωλεία, περίπτερα εφημερίδων-περιοδικών,
 - χώρους για αγορές: καταστήματα πώλησης αγαθών, που εμφανίζουν μεγάλη ποικιλία ανάλογα με το μέγεθος του αεροσταθμού,
 - τράπεζες, ανταλλακτήρια συναλλάγματος, θυρίδες ασφαλείας για απόθεση πολύτιμων αγαθών,
 - γραφεία ενοικίασης οχημάτων,
 - χώρους για τους επισκέπτες, αίθουσες VIP,
- κίνηση από τον αεροσταθμό προς το αεροσκάφος, που περιλαμβάνει: διαδρόμους κίνησης πεζών, κυλιόμενους διαδρόμους, κυλιόμενες σκάλες, οχήματα μετακίνησης επιβατών μεταξύ αεροσταθμού-αεροσκάφους, φυσούνες για την επικοινωνία αεροσκάφους-πύλης εξόδου, ακόμη και μετακινούμενες αίθουσες αναχωρήσεων,
 - γραφεία αεροπορικών εταιρειών, αίθουσες ανάπαυσης, φαγητού, προετοιμασίας και ελέγχου του προσωπικού των αεροσκαφών,
 - αποθηκευτικούς χώρους για αμαξίδια και τον εξοπλισμό των αεροπορικών εταιρειών,
 - γραφεία υπηρεσιών αεροδρομίου και πολιτικής αεροπορίας γενικότερα, - χώρους ελέγχου, διαλογής και διακίνησης αποσκευών.

3.4.4 Μορφές διάταξης και ανάπτυξης αεροσταθμών

Η διάταξη των χώρων ενός αεροσταθμού πρέπει να εξασφαλίζει τη μικρότερη δυνατή απόσταση μεταξύ χερσαίας πρόσβασης και αεροσταθμού όπως και μεταξύ αεροσταθμού και αεροσκάφους και να λαμβάνει υπόψη την επικρατούσα κατηγορία μεταφορικού έργου (π.χ. πτήσεις charter), το διαθέσιμο χώρο και τους οικονομικούς πόρους που έχουν εξασφαλισθεί.

Οι διάφορες μορφές διάταξης ενός κτηρίου αεροσταθμού μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο κυρίως τύπους:

- κεντρική διάταξη, όπου όλες οι διαδικασίες που αφορούν αφίξεις και αναχωρήσεις είναι συγκεντρωμένες σ' έναν κεντρικό χώρο,
- αποκεντρωμένη διάταξη, στην οποία ορισμένες (ή και το σύνολο) των διαδικασιών που αφορούν αφίξεις και αναχωρήσεις είναι διασκορπισμένες σε διαφορετικούς χώρους, με ακραία την περίπτωση πολλών ξεχωριστών αεροσταθμών - δορυφόρων.

Οι διεθνείς προδιαγραφές διακρίνουν τις εξής μορφές διάταξης και ανάπτυξης ενός αεροσταθμού:

i) έναν ενιαίο χώρο για αφίξεις - αναχωρήσεις - χώρους αναμονής με πολλές πύλες εξόδου στο δάπεδο στάθμευσης αεροσκαφών. Η μορφή αυτή διάταξης ενδείκνυται για αεροδρόμια με μικρή έως μεσαία κίνηση και τη συναντούμε σε όλα τα ελληνικά αεροδρόμια, εκτός από το αεροδρόμιο των Αθηνών.

ii) γραμμική ανάπτυξη στην οποία ένας ενιαίος χώρος επαναλαμβάνεται γραμμικά. Οι διαδικασίες που αφορούν αναχώρηση και άφιξη μπορούν να οργανωθούν σε έναν ή περισσότερους ενιαίους χώρους σε συνάρτηση με τον όγκο και τον τύπο του επικρατούντος μεταφορικού έργου. Σε αεροδρόμια με μεγάλη κίνηση, η γραμμική ανάπτυξη μπορεί να συνεπάγεται μεγάλο μήκος διάνυσης για τους επιβάτες, οπότε συνιστάται να χρησιμοποιηθούν κυλιόμενοι διάδρομοι.

iii) ακτινική ανάπτυξη με έναν ενιαίο χώρο για τις διαδικασίες αναχώρησης και άφιξης, από τον οποίο ξεκινούν σε ακτινική μορφή οι πύλες εξόδου (συχνά με χώρους αναμονής και εμπορικά καταστήματα έμπροσθεν τους). Η ακτινική ανάπτυξη επιτρέπει εύκολα επεκτασιμότητα με την προσθήκη νέων πυλών εξόδου, όταν διαπιστώνεται αύξηση του μεταφορικού έργου. Μια τέτοια επέκταση ωστόσο δεν πρέπει να γίνεται σε βάρος του δαπέδου στάθμευσης και του πεδίου κίνησης αεροσκαφών και χωρίς να συνεκτιμάται και αξιολογείται κατά πόσον η πρόσθετη κίνηση που θα προκληθεί από την προσθήκη νέων πυλών εξόδου μπορεί να αναληφθεί από τον υπάρχοντα χώρο και τις εγκαταστάσεις αναχωρήσεων και αφίξεων,

iv) διάταξη σε κτήρια-δορυφόρους στην οποία μπορούν να διακριθούν δύο επιμέρους περιπτώσεις:

- iv1) κάθε κτήριο-δορυφόρος αποτελεί έναν ξεχωριστό αεροσταθμό, που συνήθως εξυπηρετεί μια μεγάλη αεροπορική εταιρεία ή μια μεγάλη κατηγορία μεταφορικού έργου,
- iv2) κάθε κτήριο-δορυφόρος συγκεντρώνει απλώς τις πύλες εξόδου και τις αίθουσες αναμονής (ενδεχομένως και εμπορικά καταστήματα), ενώ οι διαδικασίες αναχωρήσεων και αφίξεων γίνονται σ' έναν ενιαίο κεντρικό χώρο.

Η επικοινωνία μεταξύ των κτηρίων-δορυφόρων έχει αποδειχθεί προβληματική, ακόμη και με την εγκατάσταση υπόγειων κυλιόμενων διαδρόμων ή ευκίνητων οχημάτων ταχείας μεταφοράς

3.4.5 Απαιτούμενη επιφάνεια κτηρίου επιβατών

Αφού προσδιορισθεί η γενική μορφή διάταξης και ανάπτυξης ενός αεροσταθμού, οι διάφορες λειτουργίες και χώροι εντός αυτού και η ροή επιβατών και αποσκευών, το επόμενο βήμα είναι να προσδιορισθεί η απαιτούμενη επιφάνεια των διαφόρων χώρων. Μια πρώτη χονδροειδής εκτίμηση της απαιτούμενης επιφάνειας για τις διάφορες εγκαταστάσεις ενός αεροσταθμού ανά επιβάτη της ΤΩΑΣ μπορεί να προκύψει με βάση κάποια από τις διεθνείς προδιαγραφές, όπως π.χ. τις προδιαγραφές της αμερικανικής

πολιτικής αεροπορίας FAA . Σύμφωνα με την IATA θα πρέπει να προβλέπεται στις διάφορες λειτουργίες χώρος 1,5 m ανά καθήμενο επιβάτη της ΤΩΑΣ και 1,0 m ανά επιβάτη της ΤΩΑΣ που στέκεται. Σύμφωνα με εργονομικά κριτήρια ο ελάχιστος χώρος ανά επιβάτη της ΤΩΑΣ είναι για τις διαδικασίες αναχώρησης 0,9+1,1 m', για την κυκλοφορία: 1,35+3,15 m και για την αναμονή 0,35+1,1 m. Η πρώτη αυτή εκτίμηση πρέπει να εξειδικευθεί με αναλυτικούς και ακριβείς υπολογισμούς με βάση εξισώσεις και αλγορίθμους, όπως αναλύουμε στις επόμενες παραγράφους.

Έτσι ως πρώτη (και χονδροειδής) εκτίμηση των απαιτούμενων χώρων ενός αεροσταθμού που εξυπηρετεί κυρίως τακτικές πτήσεις και έχει υψηλό επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης είναι για κάθε επιβάτη της ΤΩΑΣ περίπου 25m για τις πτήσεις εσωτερικού και περίπου 30m για τις πτήσεις εξωτερικού. Για αεροδρόμια ωστόσο με τουριστική και εποχική ζήτηση (κυρίως πτήσεις charter), οι απαιτήσεις χώρων του αεροσταθμού μπορούν να μειωθούν περίπου στο μισό ή ακόμη λιγότερο σε σχέση με τα αεροδρόμια με τακτική κίνηση. Στην τελευταία κατηγορία ανήκει το σύνολο των αεροδρομίων της χώρας, με εξαίρεση το αεροδρόμιο της Αθήνας. Έχει προκύψει ότι ο σχεδιασμός των ελληνικών αεροδρομίων με απαιτήσεις κτηρίου αεροσταθμού 10-15 m ανά επιβάτη της ΤΩΑΣ οδηγεί σε ικανοποιητικό επίπεδο εξυπηρέτησης και λογικό κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης.

- Ο προκύπτων κατ' αρχήν χώρος αεροσταθμού πρέπει να καταναμηθεί με προσοχή και φειδώ στις επιμέρους λειτουργίες. Μια πρώτη τέτοια ενδεικτική κατανομή μπορεί να είναι: 35-45% για χώρους και διαδικασίες στις οποίες εμπλέκονται οι αεροπορικές εταιρείες,
- 15-25% για χώρους γραφείων, 25-35% για δημόσιους χώρους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το ευρύ κοινό,
- 10:15% για καταστήματα, τουαλέτες, κλίμακες, κ.λπ.

Συχνά όμως σ' ένα αεροδρόμιο υπό τον όρο εμπορικοί χώροι περιγράφονται διάφορες εγκαταστάσεις, όπως πωλήσεις εφημερίδων και ειδών καπνιστή, καταστήματα αφορολογήτων ειδών, φαρμακείο, ανταλλακτήρια συναλλάγματος, μηχανήματα αναλήψεων - καταθέσεων τραπεζών, γραφεία ενοικιάσεων αυτοκινήτων, κ.λπ. Για έναν τέτοιο ορισμό των εμπορικών χώρων, το εμβαδό τους σε συνάρτηση με την ετήσια επιβατική κίνηση του αεροδρομίου.

Τα τελευταία χρόνια διαπιστώνεται μια τάση αύξησης των εμπορικών χώρων ενός αεροδρομίου, που αποβλέπει στην αύξηση εσόδων. Η τάση αυτή πρέπει να ελεγχθεί ώστε να μην εκτραπεί ένα αεροδρόμιο και ένας αεροσταθμός από τους κύριους σκοπούς και λειτουργίες τους που είναι η μεταφορά των επιβατών από τη χερσαία πρόσβαση στο αεροσκάφος.

3.5 Διαστασιολόγηση των διαφόρων χώρων και εγκαταστάσεων ενός αεροσταθμού

3.5.1 Οι προδιαγραφές της IATA

Από τις υφιστάμενες προδιαγραφές για τη διαστασιολόγηση των διαφόρων χώρων και εγκαταστάσεων ενός αεροσταθμού η πιο αναλυτική είναι της IATA [IATA, Airport Terminal Capacity Analysis / Airport Terminal Facility Sizing], η οποία υφίσταται σε ένα σύγχρονο πρόγραμμα Η/Υ που έχει χρησιμοποιηθεί για τη διαστασιολόγηση πολλών ελληνικών αεροδρομίων. Η διαστασιολόγηση γίνεται με βάση τον αριθμό επιβατών της Τυπικής Ώρας Αιχμής Σχεδιασμού και μια σειρά από συντελεστές στους οποίους δίνονται τιμές, συνήθως μετά από εμπειρική ανάλυση. Η προδιαγραφή της IATA αφορά αεροδρόμια που έχουν κυρίως τακτικές πτήσεις. Ως εκ τούτου πρέπει να εφαρμοσθεί με πολλή προσοχή στα τουριστικού χαρακτήρα ελληνικά αεροδρόμια. Τα αποτελέσματα του προγράμματος της IATA αφορούν καθαρές και όχι μικτές επιφάνειες εγκαταστάσεων.

Δίνουμε στη συνέχεια τις βασικές εξισώσεις που χρησιμοποιούνται από την προδιαγραφή της IATA για τη διαστασιολόγηση των διαφόρων χώρων και εγκαταστάσεων ενός αεροσταθμού.

3.5.2 Ράμπα αφίξεων / αναχωρήσεων οχημάτων για πρόσβαση στο αεροδρόμιο

Το απαιτούμενο μήκος L (m) της ράμπας αφίξεων / αναχωρήσεων οχημάτων υπολογίζεται από τη σχέση:

$$L = \frac{a}{60} \cdot \left(\frac{b \cdot h \cdot k}{e} + \frac{c \cdot i \cdot l}{f} + \frac{d \cdot j \cdot m}{g} \right)$$

όπου:

a : αριθμός αφικνουμένων / αναχωρούντων επιβατών στην ΤΩΑΣ

b : ποσοστό επιβατών που χρησιμοποιούν αυτοκίνητο

c : ποσοστό επιβατών που χρησιμοποιούν ταξί

d : ποσοστό επιβατών που χρησιμοποιούν λεωφορείο

e : μέσος αριθμός επιβατών ανά αυτοκίνητο

f : μέσος αριθμός επιβατών ανά ταξί

g : μέσος αριθμός επιβατών ανά λεωφορείο

h : μέσος χρόνος κατάληψης της ράμπας από το αυτοκίνητο (min)

i : μέσος χρόνος κατάληψης της ράμπας από το ταξί (min)

j : μέσος χρόνος κατάληψης της ράμπας από το λεωφορείο (min)

k : απαιτούμενο μήκος ανά αυτοκίνητο (m)

l : απαιτούμενο μήκος ανά ταξί (m).

m :απαιτούμενο μήκος ανά λεωφορείο (m).

Στις μεταβλητές e, fg δεν λαμβάνονται υπόψη οι συνοδοί (συγγενείς, φίλοι, ξεναγοί, κ.λπ.)

Όταν υπάρχουν ξεχωριστές ράμπες για τα αυτοκίνητα, ταξί, και λεωφορεία, ο προηγούμενος τύπος εφαρμόζεται ως εξής:

$$L_1 = \frac{a}{60} \cdot \left(\frac{b \cdot h \cdot k}{e} \right), L_2 = \frac{a}{60} \cdot \left(\frac{d \cdot j \cdot m}{g} \right)$$

όπου:

L1: το απαιτούμενο μήκος της ράμπας αφίξεων / αναχωρήσεων για τα αυτοκίνητα

L2: το απαιτούμενο μήκος της ράμπας αφίξεων / αναχωρήσεων για τα ταξί

L3: ταξί το απαιτούμενο μήκος της ράμπας αφίξεων / αναχωρήσεων για τα λεωφορεία.

3.5.3 Προθάλαμος αναχωρήσεων

Τα απαιτούμενο εμβαδόν A (σε m) του προθάλαμου αναχωρήσεων επιβατών υπολογίζεται από τη σχέση:

$$A = a \cdot b \cdot \frac{[c \cdot (1 + d)]}{60}$$

όπου:

a : αριθμός αναχωρούντων και μετεπιβιβαζόμενων επιβατών στην ΤΩΑΣ

b : απαιτούμενος χώρος ανά επιβάτη

c : μέσος χρόνος παραμονής στον προθάλαμο αναχωρήσεων (σε min)

d : αριθμός συνοδών ανά επιβάτη.

3.5.4 Διάδρομος κυκλοφορίας επιβατών

Το απαιτούμενο πλάτος W (σε m) του νοητού διαδρόμου για την κυκλοφορία των επιβατών σε διεύθυνση παράλληλη και κάθετη προς τη ροή των επιβατών προκύπτει από τη σχέση:

$$W = \frac{S}{u} \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{T}{60} \right) \cdot \frac{P_{peak}}{2} + 2 \cdot b$$

όπου:

μέση ταχύτητα κυκλοφορίας επιβατών εντός αεροδρομίου (m/min)

S : απαραίτητη επιφάνεια (σε m) ανά επιβάτη για ταχύτητα κυκλοφορίας και

T : χρόνος (σε min) στη διάρκεια του οποίου συγκεντρώνεται το 50% των επιβατών

P_{peak} : αριθμός επιβατών στην ΤΩΑΣ

B : απόσταση του κινούμενου επιβάτη (σε m) από τα άκρα του διαδρόμου.

3.5.5 Αίθουσα αναχωρήσεων

Το απαιτούμενο εμβαδόν A (σε m) της αίθουσας αναχωρήσεων επιβατών υπολογίζεται από τη σχέση:

$$A = c \cdot s \cdot \frac{u}{60}$$

όπου:

c : αριθμός αναχωρούντων επιβατών στην ΤΩΑΣ

s: απαιτούμενος χώρος ανά επιβάτη (σε mm)

κ: χρόνος (σε min) παραμονής επιβατών στην αίθουσα αναχωρήσεων.

3.5.6 Υγειονομικός έλεγχος αφίξεων εξωτερικού

Ο αριθμός απαιτούμενων θέσεων υγειονομικού ελέγχου N υπολογίζεται από τη σχέση:

$$N = \frac{m \cdot t}{y}$$

όπου:

m:αριθμός αφικνουμένων επιβατών στην ΤΩΑΣ

t:απαραίτητος χρόνος για τον έλεγχο ενός επιβάτη

y:απόδοση (άτομα/ώρα) σε κάθε θέση υγειονομικού ελέγχου

3.5.7 Αίθουσα παραλαβής αποσκευών

Το απαιτούμενο εμβαδόν A (σε m) της αίθουσας παραλαβής αποσκευών υπολογίζεται από τη σχέση:

$$A = e \cdot s \cdot \frac{W}{60}$$

όπου:

e:αριθμός αφικνουμένων επιβατών στην ΤΩΑΣ

s :απαιτούμενος χώρος ανά επιβάτη (σε m”).

W :χρόνος (σε min) παραμονής επιβατών στην αίθουσα αναχωρήσεων

3.5.8 Τελωνείο αφίξεων

Ο αριθμός απαιτούμενων θέσεων τελωνειακού ελέγχου N εξαρτάται από τη λειτουργία η όχι συστήματος red / greenchannel. Στην περίπτωση που προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος red / greenchannel (κόκκινη / πράσινη ροή), ο αριθμός των απαιτούμενων θέσεων τελωνειακού ελέγχου (N_{red}, N_{green}) υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$N_{red} = \frac{t \cdot e \cdot f}{60}$$

$$N_{green} = \frac{t \cdot e \cdot (h - f)}{60}$$

όπου:

e : αριθμός αφικνουμένων επιβατών στην ΤΩΑΣ

t : χρόνος (σε min) ελέγχου ανά επιβάτη

f : ποσοστό (%) των επιβατών που διέρχονται από το redchannel (κόκκινη ροή)

h : Ποσοστό (%) των επιβατών που διέρχονται από το greenchannel (πράσινη ροή) και ελέγχονται.

Στην περίπτωση που δεν προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος red / greenchannel, ο αριθμός των απαιτούμενων θέσεων τελωνειακού ελέγχου (N) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$N = \frac{e \cdot t \cdot p}{60}$$

όπου:

e : αριθμός αφικνουμένων επιβατών στην ΤΩΑΣ

t : χρόνος (σε min) ελέγχου ανά επιβάτη

p : ποσοστό (%) των επιβατών που ελέγχονται στο τελωνείο

3.5.9 Αίθουσα αφίξεων

Τα απαιτούμενο εμβαδόν A (σε m²) της αίθουσας αφίξεων υπολογίζεται από τη σχέση:

$$A = a \cdot b \cdot \frac{(c + d \cdot e)}{60}$$

όπου:

a : αριθμός αφικνουμένων επιβατών στην ΤΩΑΣ

b : απαιτούμενος χώρος ανά επιβάτη (σε m)

c : μέσος χρόνος παραμονής επιβατών στον προθάλαμο αφίξεων (σε min)

d : αριθμός επισκεπτών ανά επιβάτη

e : μέσος χρόνος παραμονής επισκεπτών στον προθάλαμο αφίξεων (σε min).

3.5.10 Εφαρμογή στη διαστασιολόγηση των χώρων και εγκαταστάσεων ενός αεροδρομίου

Θα εφαρμόσουμε τις προηγούμενες εξισώσεις για τον υπολογισμό των απαιτούμενων χώρων και εγκαταστάσεων στο αεροδρόμιο Ρόδου για τους χρονικούς ορίζοντες 2015 και 2020.

Η ΤΩΑΣ προέκυψε με βάση την πρόβλεψη της ζήτησης και τις διάφορες προδιαγραφές υπολογισμού της ΤΩΑΣ ως εξής:

τιμή ΤΩΑΣ για το έτος 2015: 3.076 επιβάτες

τιμή ΤΩΑΣ για το έτος 2020: 3.333 επιβάτες

Σύμφωνα με τον ICAO [ICAO, Aerodrome Design Manual - Part 1: Runways] τα αεροσκάφη ομαδοποιήθηκαν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες αναλόγως του αριθμού θέσεων τους: κατηγορίας A (μέχρι 80 θέσεων), στενής ατράκτου (81+210 θέσεων) και ευρείας ατράκτου (περισσότερων από 210 θέσεις).

Για τους διάφορους συντελεστές που υπεισέρχονται στις εξισώσεις διαστασιολόγησης δόθηκαν, μετά από εμπειρικές παρατηρήσεις και αναλύσεις.

Εφαρμόζοντας τις προηγούμενες εξισώσεις διαστασιολόγησης προκύπτει για το αεροδρόμιο Ρόδου η διαστασιολόγηση των απαιτούμενων χώρων και εγκαταστάσεων για τα έτη 2015 και 2020 .

3.6 Διάταξη κτιρίων επιβατών

Οι μελετητές των αεροδρομίων αντιμετωπίζουν ένα κρίσιμο θέμα σχεδιασμού όταν πρόκειται να επιλέξουν τη διάταξη ενός κτιρίου επιβατών. Λόγω ακατάλληλων επιλογών, πολλά μεγάλα αεροδρόμια έχουν αντιμετωπίσει οικονομικά και λειτουργικά προβλήματα. Τα κτίρια επιβατών εξυπηρετούν τις πολλαπλές ανάγκες των διαφορετικών τύπων χρηστών του αεροδρομίου. Εξυπηρετούν τον έλεγχο εισιτηρίων, την ασφάλεια, τις τελωνειακές διαδικασίες και τους ελέγχους αποσκευών των επιβατών παρέχουν χώρους αναμονής και μετεπιβίβασης μεταξύ πτήσεων φροντίζουν για τις αγορές και τις άλλες δραστηριότητες των επιβατών- συχνά δε αποτελούν σημείο εισόδου διεθνών πτήσεων στη χώρα. Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι η λειτουργία τους πρέπει να είναι αποτελεσματική και επωφελής για τους εμπλεκόμενους εταίρους, και ειδικότερα για τους επιβάτες, τις αεροπορικές εταιρείες, τους ιδιοκτήτες, τους παρόχους υπηρεσιών του αεροδρομίου και το κράτος που παρέχει τις υπηρεσίες ελέγχου. Υπάρχουν πέντε βασικές διατάξεις κτιρίων επιβατών: κεντρικό κτίριο με δακτύλους (finger piers), κεντρικό κτίριο με δορυφόρους με ή χωρίς δακτύλους (satellite with or without finger piers), κτίρια στο μέσο παράλληλων διαδρόμων - μεσοπέδια κτίρια (midfield)- γραμμικά ή σε σχήμα X (linear or X-shaped), γραμμικά κτίρια με μία πλευρά στην εναέρια υποδομή (linear with one airside) και κεντρικό κτίριο και μεταφορά των επιβατών με ειδικά οχήματα (transporter). Στα μεγάλα αεροδρόμια η διαχείριση είναι κεντρική ή αποκεντρωμένη. Η λειτουργία των κτιρίων εξαρτάται αποφασιστικά από τρία χαρακτηριστικά της κίνησης: το συνολικό επίπεδο της, την εποχικότητα και το ποσοστό των μετεπιβιβάσεων. Εξαρτάται επίσης από την ευελιξία για επέκταση ή για εξυπηρέτηση διαφορετικών τύπων κίνησης. Η καλύτερη διάταξη είναι συνάρτηση αυτών των χαρακτηριστικών και της προοπτικής των εταίρων.

Σε γενικές γραμμές, όταν το επίπεδο των μετεπιβιβάσεων είναι χαμηλό η διάταξη με κεντρικό κτίριο και δακτύλους (fingerpiers) είναι προτιμότερη. Τα γραμμικά μεσοπέδια κτίρια (midfield) αποτελούν την καλύτερη επιλογή όταν ο αριθμός των μετεπιβιβάσεων είναι μεγάλος και το επιτρέπει η διαθέσιμη έκταση, Όταν οι εποχιακές αιχμές είναι τουλάχιστον διπλάσιες από τις αιχμές των χαμηλών εποχών, η διάταξη του κεντρικού κτιρίου με μεταφορά των επιβατών με ειδικά οχήματα (transporter) είναι οικονομική. Στα μεγάλα αεροδρόμια υπάρχει συνήθως μια υβριδική διάταξη η οποία χρησιμοποιεί ένα μείγμα των προαναφερθέντων διατάξεων. Οι υβριδικές διατάξεις είναι κατάλληλες τόσο για τις ειδικές ανάγκες των διαφόρων μορφών κίνησης και των συμμαχιών των αεροπορικών εταιρειών όσο και για την ευέλικτη επέκταση στο μέλλον.

3.6.1 Απαιτήσεις συστήματος για το κτίριο επιβατών

Τα κτίρια επιβατών εξυπηρετούν τις πολλές ανάγκες των διαφόρων τύπων χρηστών. Εκτός των επιβατών, τα κτίρια ικανοποιούν τις ανάγκες των αεροπορικών εταιρειών για τη διαχείριση των αεροσκαφών, των ιδιοκτητών που παρέχουν τη χρηματοδότηση

και των παρόχων των πολλών υπηρεσιών στο αεροδρόμιο. Τα κτίρια Θεωρούνται επιτυχημένα όταν ικανοποιούν τις απαιτήσεις όλων αυτών των συντελεστών. Η εισαγωγή αυτή, παρ' όλο που φαινομενικά είναι προφανής, είναι εξαιρετικά σημαντική, γιατί ορίζει ένα αρχικό σημείο ριζικά διαφορετικό από αυτό που κάνουν οι μελετητές στην πράξη. Η πραγματικότητα δείχνει ότι η διαδικασία σχεδιασμού έχει γενικά αγνοήσει τους βασικούς εταίρους των αεροδρομίων. Ισχυρίζεται ότι λαμβάνει υπόψη της τις ανάγκες εταίρων, όπως οι αεροπορικές εταιρείες και οι πάροχοι εμπορικών δραστηριοτήτων παραχωρώντας έκταση σύμφωνα με τους γενικούς κανόνες της αγοράς. Στις περισσότερες περιπτώσεις όμως η ομάδα σχεδιασμού δεν εμπλέκει τους εταίρους στη διαδικασία του σχεδιασμού αλλά ούτε και τους ακούει. Τρία παραδείγματα εξηγούν πώς η διαδικασία σχεδιασμού αγνοεί συστηματικά σημαντικούς εταίρους. Αφορούν τις αεροπορικές εταιρείες, τους ιδιοκτήτες, τα καταστήματα και άλλες εμπορικές δραστηριότητες στο κτίριο. Όλοι οι παραπάνω έχουν σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της επιχείρησης. Οι αεροπορικές εταιρείες επηρεάζονται από την επιλογή της διάταξης του κτιρίου επιβατών. Πράγματι, η διευθέτηση του κτιρίου επηρεάζει το χρόνο που χρειάζεται ένα αεροσκάφος για να σταθμεύσει και συνεπάγεται κόστος εκατομμυρίων δολαρίων. Εντούτοις σε αυτή την επιλογή οι μελετητές δεν εμπλέκουν τις αεροπορικές εταιρείες, εκτός από τις ΗΠΑ, όπου οι αεροπορικές εταιρείες έχουν δικαίωμα να ασκήσουν βέτο στις μεγάλες δαπάνες και συνεπώς έχουν συνεχή ανάμειξη. Για παράδειγμα, μια διεθνής ομάδα σχεδιαστών που έκανε την αναθεώρηση του σχεδίου του κτιρίου επιβατών T5 στο London/Heathrow δεν κάλεσε αντιπροσώπους της British Airways, η οποία με βεβαιότητα θα ήταν ο βασικός ένοικος της εγκατάστασης. Η έμμεση άποψη των μελετητών ήταν ότι πρώτα σχεδιάζουμε το κτίριο για τον ιδιοκτήτη και μετά συζητάμε με τις αεροπορικές εταιρείες για τις ειδικές ανάγκες τους.

Οι μελετητές συνήθως αφήνουν χώρους στο κτίριο επιβατών για εμπορικές δραστηριότητες. Μερικά χρόνια αργότερα, λίγο πριν ανοίξει το κτίριο, το αεροδρόμιο νοικιάζει τους χώρους αυτούς για εμπορικές δραστηριότητες, οι οποίες πρέπει να αντιμετωπίσουν τις διαθέσιμες ευκαιρίες όσο καλύτερα μπορούν. Έτσι, στο Terminal 2 του Tokyo/Narita ένα μεγάλο μέρος των καταστημάτων είναι κρυμμένο σε ένα μεσοπάτωμα, στην αίθουσα ελέγχου εισιτηρίων διεθνών πτήσεων, εκτός της ροής των επιβατών. Στο SanFrancisco/International τα καταστήματα διακρίνονται με δυσκολία. Έμπειροι μελετητές εμπορικών κέντρων δε θα συμφωνούσαν ποτέ με μία τόσο κακή διαρρύθμιση. Για να αποφευχθούν τα προβλήματα αυτά, οι μελετητές του masterplan πρέπει να συμβουλευτούν εκ των προτέρων τους ειδικούς του λιανικού εμπορίου και να μάθουν πώς πρέπει να διατάξουν επικερδείς εμπορικούς χώρους. Δυστυχώς, οι συγγραφείς δε γνωρίζουν καμία περίπτωση στην οποία υπήρξε ανάλογη συνεργασία σε αρχικό στάδιο. Κατά κανόνα, οι ειδικοί του λιανικού εμπορίου εμπλέκονται στο σχεδιασμό του κτιρίου όταν έχει διαμορφωθεί σχεδόν πλήρως. Αυτή, για παράδειγμα, ήταν η εμπειρία της BAA όταν ανέλαβε τα καταστήματα στο αεροδρόμιο Pittsburgh.

Οι επενδυτές ενδιαφέρονται για μια καλή απόδοση του κεφαλαίου τους, αλλά η διαδικασία σχεδιασμού κινείται εντός των ορίων ενός σταθερού προϋπολογισμού που καθόρισαν κρατικές επενδύσεις ή εκδόσεις ομολόγων. Όταν αναπόφευκτα εμφανίζεται αύξηση του κόστους, πολλά πράγματα εγκαταλείπονται, ακόμη και όταν το επιπλέον κόστος τους θα μπορούσε να έχει σημαντική απόδοση. Για παράδειγμα, μια μείωση

του κόστους στο Kuala Lumpur/International κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού αφαίρεσε έναν ολόκληρο όροφο για εμπορική χρήση. Ένας καλός σχεδιασμός πρέπει να εξασφαλίζει ότι δε θυσιάζονται μακροχρόνια οφέλη για εξοικονομήσεις μικρής διάρκειας.

Για να είμαστε δίκαιοι πρέπει να αναφέρουμε ότι δεν είναι εύκολο να προσδιοριστούν ανάγκες των βασικών εταίρων του αεροδρομίου στη διαδικασία του παραδοσιακού σχεδιασμού. Η άντληση χρήσιμης πληροφορίας από αυτούς δεν είναι εύκολη. Για παράδειγμα, οι αεροπορικές εταιρείες δε διαθέτουν διευθύνσεις σχεδιασμού αεροδρομίων και είναι δύσκολο να προσφέρουν έναν οργανωμένο σύνδεσμο με την ομάδα μελέτης. Κανένας δεν μπορεί να εκπροσωπήσει στη συζήτηση τους ιδιοκτήτες των καταστημάτων του ακόμη δεν έχουν επιλεγεί. Γενικά, οι υπηρεσιακοί παράγοντες που διοικούν κρατικά ή δημοτικά αεροδρόμια δεν έχουν τη δικαιοδοσία να εγκρίνουν αποκλίσεις από τους συγκεκριμένους προϋπολογισμούς.

Μια πιο αποτελεσματική διαδικασία σχεδιασμού πρέπει να καταβάλει ιδιαίτερη προσπάθεια για να καθορίσει και να λάβει υπόψη τις ανάγκες των σημαντικών εταίρων ενός αεροδρομίου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, παρ' όλο που οι συγκεκριμένες εταιρείες και οι φορείς που θα λειτουργήσουν σε ένα αεροδρόμιο, ίσως δεν μπορούν να καθορίσουν τις ανάγκες τους. Για την επιλογή μιας καλής διάταξης κτιρίου επιβατών, οι μελετητές του masterplan μπορούν να προσλάβουν ειδικούς σε διάφορα θέματα για να εργαστούν μαζί τους. Για παράδειγμα, μολονότι οι αεροπορικές εταιρείες δε διαθέτουν ομάδες μελετητών σχεδιασμού αεροδρομίων, υπάρχουν πολλοί σύμβουλοι με εμπειρία σε θέματα αεροπορικών εταιρειών και αεροδρομίων που κατανοούν τις ανάγκες των αεροπορικών εταιρειών στο αεροδρόμιο. Οι μελετητές του masterplan μπορούν, συνεπώς, να προσλάβουν συμβούλους με κατάλληλα προσόντα, οι οποίοι θα εκπροσωπήσουν τα συμφέροντα των εταίρων στις μελλοντικές εγκαταστάσεις. Το Toronto/Pearson, για παράδειγμα, προσέλαβε «διαμεσολαβητές των αεροπορικών εταιρειών», που πληρώθηκαν από το έργο, για να εκπροσωπούν τα συμφέροντα των εταιρειών στην κατασκευή του νέου κτιρίου επιβατών.

Στο υπόλοιπο αυτής της ενότητας Θα προσδιοριστούν ορισμένα βασικά θέματα των εταίρων του αεροδρομίου, τα οποία πρέπει να λάβει υπόψη μια συστημική προσέγγιση στην επιλογή της διάταξης του κτιρίου επιβατών. Διαφοτίζονται τέσσερις οπτικές: του επιβάτη, των αεροπορικών εταιρειών, των ιδιοκτητών και των εμπορικών δραστηριοτήτων.

3.6.2 Κτήριο και εγκαταστάσεις πυροσβεστικής

Οι εγκαταστάσεις της πυροσβεστικής πρέπει να χωροθετούνται όσο γίνεται εγγύτατα προς τον αεροσταθμό, το δάπεδο στάθμευσης αεροσκαφών και το διάδρομο-τροχόδρομο, ώστε σε περίπτωση έκτατου συμβάντος ο χρόνος απόκρισης των πυροσβεστικών οχημάτων να μη ξεπερνά τα 2-3 min.

Για προσδιορισμό των απαιτούμενων πυροσβεστικών οχημάτων, τα διάφορα αεροδρόμια κατηγοριοποιούνται σε 10 κατηγορίες σε συνάρτηση με το μήκος του αεροσκάφους και το πλάτος της ατράκτου .

Για κάθε κατηγορία αεροδρομίου θα πρέπει σύμφωνα με τον ICAO να υφίστανται οι ελάχιστες ποσότητες πυροσβεστικών ουσιών.

Τα βασικά υλικά πυρόσβεσης είναι:

- αφρός που ανταποκρίνεται στο ελάχιστο επίπεδο δράσης A,
- αφρός που ανταποκρίνεται στο ελάχιστο επίπεδο δράσης B,
- συνδυασμός των παραπάνω.

Το συμπληρωματικό υλικό πυρόσβεσης μπορεί να είναι:

- το CO₂ ή
- ξηρή χημική σκόνη ή αλογονοπαράγωγοι υδατάνθρακες (halons) ή
- συνδυασμός των παραπάνω.

Οι ποσότητες νερού για παρασκευή αφρού και συμπληρωματικών υλικών, που πρέπει να υπάρχουν στα οχήματα διάσωσης και πυρόσβεσης, πρέπει να είναι ανάλογες με την κατηγορία αεροδρομίου και τις ελάχιστες απαιτούμενες ποσότητες πυροσβεστικών ουσιών. Τέλος, σύμφωνα με τον ICAO, ο ελάχιστος αριθμός πυροσβεστικών οχημάτων για κάθε κατηγορία αεροδρομίου.

Ανάλογα με τις πυροσβεστικές ουσίες και τα οχήματα πυρόσβεσης που υπολογίζονται, προκύπτουν οι χώροι αποθήκευσης νερού (δεξαμενές), οι χώροι απόθεσης συμπυκνωμένου αφρού και συμπληρωματικών ουσιών, οι χώροι στάθμευσης και στέγασης πυροσβεστικών οχημάτων και οι χώροι στέγασης, παραμονής και διοίκησης του προσωπικού της πυροσβεστικής.

3.6.3 Κτήριο αστυνομίας

Η ασφάλεια αποτελεί πρώτη και ύψιστη προτεραιότητα στο σχεδιασμό κάθε κτηρίου, υποδομής ή λειτουργίας. Μετά όμως τις τρομοκρατικές ενέργειες των τελευταίων ετών, με επιθέσεις αυτοκτονίας σε αεροσκάφη και αεροδρόμια, έχουν ενταθεί δραματικά τα μέτρα ασφαλείας και έχει καταστεί κρισιμότερος ο ρόλος της αστυνομίας. Κατά το σχεδιασμό ενός αεροδρομίου θα πρέπει να προβλεφθεί και ο κατάλληλος χώρος που θα χρησιμοποιείται από την αστυνομία για τη διασφάλιση της ομαλής και ασφαλούς λειτουργίας του αεροδρομίου. Σε περιπτώσεις μεγάλων αεροδρομίων ο αστυνομικός σταθμός μπορεί να βρίσκεται σε ξεχωριστό κτήριο.

Για αεροδρόμια με μέση και μικρή κίνηση ο αστυνομικός σταθμός μπορεί να τοποθετηθεί στο κτήριο των επιβατών, όπου και απαιτείται μεγαλύτερη προσοχή. Η ασφάλεια του χώρου επικεντρώνεται στην αποφυγή της εισόδου μη εξουσιοδοτημένων

ατόμων στους χώρους διακίνησης των αεροσκαφών. Η θέση του σταθμού επιβάλλεται να είναι τέτοια ώστε να είναι ανά πάσα στιγμή εφικτός ο έλεγχος των επιβατών και των αποσκευών τους.

Το μέγεθος του χώρου που θα καταλαμβάνεται από τις αστυνομικές αρχές καθορίζεται από το βαθμό ασφαλείας που απαιτείται, ο οποίος με τη σειρά του καθορίζεται από τις κοινωνικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, τον όγκο οδικής κυκλοφορίας, την τοποθεσία και τη σύνθεση της αεροπορικής κίνησης του αεροδρομίου.

Είναι τέλος δυνατό (και σκόπιμο αρκετές φορές) οι υπηρεσίες της αστυνομίας να στεγάζονται στο ίδιο κτήριο με τις υπηρεσίες της πυροσβεστικής.

3.6.4 Κεντρικό κτίριο με δακτύλους

Η διάταξη κεντρικού κτιρίου με δακτύλους (finger piers) είναι απλά μια στενή επέκταση της κεντρικής υποδομής των επιβατών. Σε κάτοψη, όπως (φαίνεται από ψηλά, μοιάζει με τα δάκτυλο μιας παλάμης, από όπου πηγάζει και η ονομασία. Το σχήμα επιτρέπει την παρουσία πυλών αεροσκαφών και από τις δύο πλευρές του κτιρίου που εκτείνεται από την κεντρική υποδομή. Αυτή η διεύθετηση έχει το πλεονέκτημα ότι κάποιες πύλες αεροσκαφών είναι κοντά στη κεντρική υποδομή και έτσι εξυπηρετούν πιο άνετα τους επιβάτες από τις πύλες που βρίσκονται στο τέλος του δακτύλου.

Η επέκταση αμφίπλευρα του άκρου, ώστε να μοιάζει σε κάτοψη με T, είναι μια εναλλακτική διεύθετηση, γνωστή ως «σφυρί». Το άκρο του δακτύλου εξυπηρετεί έναν αριθμό αεροσκαφών γύρω από έναν κεντρικό χώρο (στο σημείο διασταύρωσης του T). Η συγκέντρωση αυτή των επιβατών έχει το πλεονέκτημα ότι επιτρέπει την από κοινού χρήση των εγκαταστάσεων και έτσι μειώνει τους χώρους που απαιτούνται για αίθουσες αναχωρήσεων κατά 30% ή και περισσότερο. Ο αριθμός των επιβατών που χρησιμοποιούν τις αίθουσες αναχωρήσεων (gates) αυξάνει επίσης την ελκυστικότητα και την κερδοφορία των εμπορικών δραστηριοτήτων. Ένα βασικό μειονέκτημα αυτού του σχεδίου είναι ότι τοποθετεί πολλά αεροσκάφη και επιβάτες μακριά από το κεντρικό τμήμα του κτιρίου επιβατών και εξαναγκάζει τους επιβάτες να περπατούν περισσότερο.

Οι μελετητές χρησιμοποιούν αυτή τη διάταξη από τις αρχές της δεκαετίας του '50, ως απάντηση στην ανάγκη επέκτασης του βασικού κτιρίου επιβατών. Για αρκετές δεκαετίες αποτελούσε τη συνήθη επιλογή. Σε όλο τον κόσμο κατασκεύασαν κτίρια επιβατών με αυτή τη διάταξη, για παράδειγμα, τα New York/LaGuardia, Chicago/O'Hare, San Francisco/International, London/Neathrow, Paris/Orly, Frankfurt/Main και άλλα.

Η δυσκολία με τη διάταξη κεντρικού κτιρίου με δακτύλους είναι ότι στα μεγάλα αεροδρόμια με πολλές πύλες οι επιβάτες πρέπει να διανύσουν μεγάλες αποστάσεις. Για αυτό το λόγο, οι μελετητές δεν προτείνουν πλέον αυτή τη διάταξη τόσο συχνά όσο πρώτα. Προτιμούν, όπου είναι δυνατόν, να αντικαταστήσουν τους δακτύλους με

αυτοματοποιημένα συστήματα μεταφοράς επιβατών που μπορούν να εξυπηρετήσουν κτίρια δορυφόρους ή μεσοπέδια κτίρια (midfield).

Πολλά αεροδρόμια συνεχίζουν να κατασκευάζουν δακτύλους. Στο τέλος του εικοστού αιώνα, όμως, διαφαίνεται η τάση ελαχιστοποίησης των αποστάσεων περπατήματος είτε με τη σχεδίαση δακτύλων μικρού μήκους (όπως το νέο κτίριο στο Washington /Reagan) είτε με την εισαγωγή αυτοματοποιημένων συστημάτων μεταφοράς επιβατών (όπως το Osaka/Kansai).

3.6.5 Κεντρικό κτίριο με δορυφόρους με ή χωρίς δακτύλους

Η διάταξη κεντρικού κτιρίου με δορυφόρους με ή χωρίς δακτύλους (satellite with or without finger piers) είναι η λογική επέκταση του σχήματος T των δακτύλων. Απομακρύνει τις πύλες κατά μήκος του δακτύλου και τις συγκεντρώνει στο άκρο. Γενικά η σύνδεση μεταξύ του δορυφόρου και της κεντρικής περιοχής ελέγχου των εισιτηρίων είναι υπέργεια, σε κάποιες περιπτώσεις όμως είναι υπόγεια. Ο δορυφόρος κάποιες φορές συνδέεται με το κεντρικά μέρος του κτιρίου επιβατών με αυτοματοποιημένα συστήματα μεταφοράς επιβατών και άλλες όχι. Οι δορυφόροι με υπόγεια σύνδεση έχουν ένα μοναδικό πλεονέκτημα : Τα αεροσκάφη μπορούν να κινηθούν ελεύθερα γύρω από το δορυφόρο . Αυτό βοηθά τη λειτουργία των αεροσκαφών και εξοικονομεί χρόνο και χρήμα στις αεροπορικές εταιρίες. Το Terminal 1 στο Paris/deGaulle και το Seale/Tacoma είναι διατάξεις αυτού του τύπου. Στο Seattle/Tacoma οι δορυφόροι συνδέονται με το βασικό κτίριο με ένα αυτοματοποιημένο σύστημα μεταφοράς επιβατών και είναι από λειτουργική άποψη πολύ κοντά στη μεσοπέδια διάταξη (midfield),

3.6.6 Κτήρια στο μέσο παράλληλων διαδρόμων - Μεσοπέδια κτίρια

Τα κτίρια στο μέσο παράλληλων διαδρόμων - μεσοπέδια κτίρια είναι μεγάλα ανεξάρτητα κτίρια επιβατών τα οποία βρίσκονται μακριά από το κεντρικό κτίριο, όπου οι επιβάτες έχουν επίγεια πρόσβαση. Διαθέτουν περίπου 50 πύλες και έχουν μήκος περίπου ένα χιλιόμετρο. Το γραμμικό κτίριο B στο Denver/International που εξυπηρετεί τη United Airlines έχει μήκος 990m και 46 πύλες με αερογέφυρες (μια επέκταση του κτιρίου εξυπηρετεί επιπλέον θέσεις στάθμευσης για μικρά αεροσκάφη). Το κτίριο επιβατών σε σχήμα X του Pittsburgh εξυπηρετεί 75 πύλες. Η μεσοπέδια διάταξη τοποθετεί τα κτίρια μεταξύ δύο παράλληλων διαδρόμων, τα οποία διαχωρίζονται μεταξύ τους με τροχόδρομους. Μερικές φορές το κτίριο βρίσκεται στο άκρο των διαδρομών, ως μέρος ενός συγκροτήματος κτιρίων επιβατών, όπως αυτό της United Airlines στο Chicago/O'Hare. Σε γενικές γραμμές οι μεσοπέδιες διατάξεις διαφέρουν από τους δορυφόρους στο μέγεθος και την απόσταση από την επίγεια πρόσβαση, η διάκριση όμως δεν είναι αυστηρή.

Λόγω της απόστασης και του αριθμού των επιβατών, η πρόσβαση των μεσοπέδιων κτιρίων γίνεται συνήθως με αυτοματοποιημένα συστήματα μεταφοράς επιβατών.

Πράγματι, αυτή η καινοτομία ήταν απαραίτητη για την ανάπτυξη και τη λειτουργία των μεσοπέδιων κτιρίων το Washington/Dulles αποτελεί εξαίρεση αυτού του κανόνα. Σε αυτή την περίπτωση, η United Airlines κατασκεύασε τα μεσοπέδια κτίρια γύρω από το υφιστάμενο σύστημα ειδικών οχημάτων. Για την εξυπηρέτηση των μεσοπέδιων κτιρίων αποφάσισε να κατασκευάσει ένα υπόγειο αυτοματοποιημένο σύστημα μεταφοράς επιβατών το 2002. Τα αξιόπιστα και οικονομικά αυτοματοποιημένα συστήματα μεταφοράς επιβατών έχουν αλλάξει το σχεδιασμό των κτιρίων επιβατών και άλλων επίγειων εγκαταστάσεων, όπως, για παράδειγμα, οι χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων και οι εγκαταστάσεις των ενοικιαζόμενων αυτοκινήτων. Τα μεσοπέδια κτίρια είναι μια βασική έκφραση αυτής της καινοτομίας. Τα μεσοπέδια κτίρια εμφανίζονται με δυο μορφές: γραμμική και σε σχήμα Χ. Τα γραμμικά κτίρια έχουν απλά μεγάλο μήκος με θέσεις στάθμευσης για τα αεροσκάφη και στις δύο πλευρές. Συχνά έχουν μεγαλύτερο πλάτος στο κεντρικό τμήμα για το σταθμό του αυτοματοποιημένου συστήματος μεταφοράς επιβατών, διαθέτουν κεντρική περιοχή καταστημάτων και εξυπηρετούν μεγάλα αεροσκάφη. Πλευρικά υπάρχουν συνήθως διπλοί παράλληλοι τροχόδρομοι που επιτρέπουν στα αεροσκάφη να κινούνται μεταξύ των πυλών και των διαδρόμων με τις λιγότερες στροφές και καθυστερήσεις. Τα αεροδρόμια της Atlanta και του Denver έχουν κατασκευάσει ολόκληρο αεροδρόμιο γύρω από γραμμικά μεσοπέδια κτίρια. Το Chicago/O'Hare και το Munich έχουν κατασκευάσει γραμμικά μεσοπέδια κτίρια για τις λειτουργίες μετεπιβίβασης της United Airlines και της Lufthansa αντίστοιχα.

Η διάταξη Χ των μεσοπέδιων κτιρίων είναι τομή δακτύλων. Συνήθως τα τμήματα που διασταυρώνονται έχουν προσανατολισμό περίπου 45° και 135° ως προς τους παράλληλους διαδρόμους. Η διάταξη αυτή είναι ιδιαίτερα κατάλληλη όταν ο χώρος είναι περιορισμένος, όπως στα αεροδρόμια Pittsburgh και Hong Kong/Chek Lap Kok, όπου η δύσκολη τοπογραφία περιορίζει το χώρο μεταξύ των παράλληλων διαδρόμων. (Το πρώτο είναι περιτριγυρισμένο από λόφους και μεγάλες κοιλάδες και το δεύτερο βρίσκεται σε τεχνητό νησί.) Σε αεροδρόμια όπου η απόσταση μεταξύ των παράλληλων διαδρόμων είναι σχετικά μικρή, οι μελετητές μπορούν να επιλέξουν μεταξύ πολλών γραμμικών κτιρίων μικρού μήκους κάθετα προς τους διαδρόμους και κτιρίων που τέμνονται λοξά και επιτρέπουν τη στάθμευση σε περισσότερα αεροσκάφη. Παρ' όλο που τα παράλληλα γραμμικά διαγώνια κτίρια είναι τεχνικά εφικτά, δεν έχουν ακόμη εφαρμοστεί. Οι διατάξεις σε σχήμα Χ που έχουν υλοποιηθεί μέχρι σήμερα έχουν ένα μόνο κτίριο, αντίθετα με τα αεροδρόμια Atlanta, Denver και London Stansted, που διαθέτουν αρκετά παράλληλα κτίρια.

Τα μεσοπέδια κτίρια (midfield) σε σχήμα σταυρού + είναι μια παραλλαγή της μορφής Χ. Το σχήμα Χ έχει στραφεί κατά 45° έτσι ώστε τα τεμνόμενα τμήματα να είναι κάθετα μεταξύ τους και παράλληλα προς τους πλευρικούς παράλληλους διαδρόμους. Το κτίριο επιβατών του αεροδρομίου Kuala Lumpur/International έχει αυτή τη μορφή. Στην πράξη τα τμήματα του κτιρίου σε σχήμα σταυρού είναι μικρού μήκους για να ελαχιστοποιηθεί η απόσταση βαδίσματος μέσα στο κτίριο. Το κίνητρο για το σχεδιασμό μεσοπέδιων κτιρίων σε σχήμα σταυρού δεν είναι η εξοικονόμηση χώρου, αλλά η προσπάθεια προσφοράς ενός καλύτερου περιβάλλοντος στον επιβάτη. Κάποιοι μελετητές προτιμούν τα κτίρια σε σχήμα σταυρού με αιτιολογία τη μείωση του χρόνου περπατήματος. Η λογική αυτή εφαρμόστηκε στο σχεδιασμό του Kuala Lumpur/International. Το επιχείρημα είναι ότι η μέγιστη απόσταση από το κέντρο του κτιρίου στο πιο απομακρυσμένο σημείο είναι μικρότερη σε ένα κτίριο με σχήμα Χ από ένα γραμμικό, εάν και τα δυο έχουν τον ίδιο αριθμό πυλών. Στην πραγματικότητα, όμως, τα κτίρια σχήματος Χ αυξάνουν τις αποστάσεις περπατήματος για τους

περισσότερους επιβάτες, κυρίως γιατί το Κέντρο του X δεν μπορεί να εξυπηρετήσει αεροσκάφη, οπότε:

- Δεν μπορούν να τοποθετηθούν πύλες στο κέντρο του κτιρίου, όπως συμβαίνει στο γραμμικό κτίριο.
- Τα μεγάλα αεροσκάφη σταθμεύουν στα άκρα του X.

Και τα δύο χαρακτηριστικά συμβάλλουν στην αύξηση της μέσης απόστασης περπατήματος για τους περισσότερους επιβάτες. Επίσης, το σχήμα X καθιστά πιο πολύπλοκη τη λειτουργία των αεροπορικών εταιρειών, σε σύγκριση με τα γραμμικά μεσοπέδια κτίρια. Πράγματι, η διάταξη X περιλαμβάνει περισσότερες στροφές και καθυστερήσεις.

3.6.7 Γραμμικά κτίρια με μία πλευρά στην εναέρια υποδομή

Ένα γραμμικό κτίριο είναι ένα μεγάλο σε μήκος, σχετικά στενό κτίριο, το οποίο διαθέτει τη μια πλευρά στα αεροσκάφη και την άλλη στο οδικό δίκτυο και στους χώρους στάθμευσης.*

*Ο Blow (1996) χρησιμοποιεί τον όρο «γραμμικά» για να περιγράψει κτίρια όπου οι δάκτυλοι, με πύλες αεροσκαφών και από τις δύο πλευρές, σχηματίζουν ευθεία γραμμή με την πρόσοψη του κεντρικού κτιρίου. Η διάταξη αυτή σε κάτοψη έχει το σχήμα -. Το Terminal 4 στο London/Heathrow που εξυπηρετεί την British Airways αποτελεί ενδεικτικό παράδειγμα. Από λειτουργική άποψη, τα γραμμικά κτίρια του Blow είναι ισοδύναμα με τη διάταξη κεντρικού κτιρίου με δακτύλους. Όταν οι δάκτυλοι είναι προσβάσιμοι μόνο από το κεντρικό κτίριο, αλλά έχουν τις πύλες αεροσκαφών από την άλλη πλευρά, τότε συνδυάζουν τα χειρότερα χαρακτηριστικά της διάταξης με δακτύλους και της γραμμικής διάταξης. Χρησιμοποιούν τα κτίρια αναποτελεσματικά (αφού απαιτούν διπλάσιο μήκος για τον ίδιο αριθμό πυλών) και απαιτούν μεγάλες διαδρομές (ως διάταξη με δακτύλους).

Οι μελετητές ανέπτυξαν την έννοια του γραμμικού κτιρίου για να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα των μεγάλων αποστάσεων περπατήματος στη διάταξη των δακτύλων. Αρχικά χρησιμοποίησαν τον όρο «gate arrival» με το σκεπτικό ότι οι επιβάτες θα οδηγήσουν έως την πύλη (gate) αναχώρησης, θα σταθμεύσουν το αυτοκίνητό τους και θα επιβιβαστούν στην πτήση τους περπατώντας μέσω ενός στενού κτιρίου.

Αρκετά αεροδρόμια, όπως τα Dallas/Fort Worth, Kansas City, Paris/de Gaulle (Terminals 2 A-D) και Munich, κατασκεύασαν κτίρια «gate arrival» στις δεκαετίες του '70 και του '80. Αρκετά από αυτά τα «γραμμικά» κτίρια επιβατών καμπυλώνουν γύρω από έναν εσωτερικό χώρο στάθμευσης αυτοκινήτων. Το καμπύλο σχέδιο προσδίδει αρχιτεκτονικό ενδιαφέρον σε μια κατά τα άλλα βαρετή κατασκευή και έχει το πλεονέκτημα ότι προσφέρει μεγαλύτερη πρόσοψη από την πλευρά των αεροσκαφών, αναγκαία για τη διεύθυνση των φτερών του αεροσκάφους. Το μειονέκτημα των καμπύλων κατασκευών είναι ότι δυσκολεύουν την αρχική κατασκευή και την επακόλουθη επίγεια κυκλοφορία.

Οι μελετητές σήμερα έχουν γενικά απορρίψει την ιδέα «gate arrival» στα κτίρια επιβατών. Τα κτίρια αυτά υστερούν από άποψη αποτελεσματικότητας και παραγωγικότητας, ενώ η ροή των επιβατών κατευθύνει από την επίγεια πρόσβαση στο αεροσκάφος δεν είναι πρακτική. Δεν είναι αποτελεσματικά, γιατί ο έλεγχος εισιτηρίων

και ο έλεγχος ασφάλειας επαναλαμβάνονται σε κάθε πύλη, αντί της ύπαρξης κεντρικών υπηρεσιών που ταυτόχρονα διεκπεραιώνουν επιβάτες πολλών πυλών. Δεν είναι παραγωγικά, γιατί περιορίζεται η δυνατότητα ύπαρξης σημαντικών εμπορικών δραστηριοτήτων, αφού οι απομονωμένες πύλες δεν έχουν αρκετή κίνηση για να υποστηρίξουν καταστήματα. Τέλος δεν είναι πρακτικά, γιατί είναι αβέβαιο ότι οι επιβάτες θα βρουν χώρο στάθμευσης ή μέσα μαζικής μεταφοράς ακριβώς μπροστά στη δική τους πύλη gate), και θα επιστρέψουν πάλι στην ίδια πύλη ώστε να έχουν εύκολη πρόσβαση στο αυτοκίνητό τους.

Πρακτικά οι μελετητές σήμερα δίνουν λίγα μόνο σημεία πρόσβασης στο γραμμικό κτίριο επιβατών. Οι επιβάτες φτάνουν κατά μήκος του κτιρίου, όπου υπάρχει ελεύθερος χώρος, εισέρχονται σε μια κεντρική περιοχή για τον έλεγχο των εισιτηρίων, τον έλεγχο ασφάλειας, και αγορές στα καταστήματα και μετά προχωρούν στις πύλες (gates). Αποτέλεσμα είναι ότι η γραμμική διάταξη δεν ελαχιστοποιεί την απόσταση περπατήματος όπως αρχικά είχαν φανταστεί οι μελετητές. Ειδικά η έννοια «gate arrival», που αναπτύχθηκε για να ελαχιστοποιήσει την απόσταση περπατήματος, εξελίχθηκε σε μια μορφή όπου οι αποστάσεις είναι σημαντικές.

3.6.8 Κεντρικό κτίριο και μεταφορά των επιβατών με ειδικά οχήματα

Τα ειδικά οχήματα είναι η κατηγορία ειδικών οχημάτων με ελαστικά τα οποία μεταφέρουν επιβάτες μεταξύ κτιρίου επιβατών και αεροσκάφους. Είναι ειδικά σχεδιασμένα λεωφορεία με χαμηλό δάπεδο και μεγάλο πλάτος για την εύκολη πρόσβαση των επιβατών με αποσκευές. Αυτά τα λεωφορεία απαιτούν από τους επιβάτες να ανέβουν και να κατέβουν σκάλες μεταξύ του δαπέδου και της πόρτας του αεροσκάφους. Αρκετά μεγάλα αεροδρόμια στην Ευρώπη και την Ασία, όπως τα Paris/de Gaulle, Zürich, Berlin και το Tokyo/Narita, χρησιμοποιούν αυτά τα αυτοκίνητα.

Μια πιο πολύπλοκη εκδοχή των ειδικών οχημάτων διαθέτει καμπίνα με δυνατότητα ανόδου και καθόδου. Από μηχανική άποψη είναι όμοια με τα οχήματα τροφοδοσίας των αεροσκαφών, τα οποία φέρουν μεγάλα υδραυλικά ψαλίδια και κινούν την καμπίνα πάνω και κάτω. Είναι σχεδιασμένα για να μεταφέρουν 80 έως 100 επιβάτες. Οι επιβάτες εισέρχονται στο ανυψωμένο επίπεδο που χρησιμοποιείται για τις αναχωρήσεις με αερογέφυρες. Στη συνέχεια κατέρχεται η καμπίνα και το όχημα μεταφέρει τους επιβάτες στη θέση στάθμευσης του αεροσκάφους. Ακολουθεί η ανύψωση της καμπίνας μέχρι το επίπεδο της πόρτας του αεροσκάφους και οι επιβάτες εισέρχονται στο αεροσκάφος. Με αυτά τα μηχανήματα αποφεύγονται τα προβλήματα που εμφανίζονται κατά την επιβίβαση των επιβατών στο αεροσκάφος με σκάλες.

Οι επιβάτες παραμένουν μέσα στην καμπίνα όλη την ώρα αποφεύγοντας έτσι τις κακές καιρικές συνθήκες όπως ζέστη ή κρύο, χιόνι ή βροχή. Οι διαδικασίες επιβίβασης και αποβίβασης των επιβατών επιταχύνονται (για πολλούς επιβάτες με αποσκευές, η χρήση σκάλας είναι αθλητική πρόκληση) και έτσι αυξάνεται η παραγωγικότητα του αεροσκάφους και του πληρώματος. Οι καμπίνες είναι όμως ιδιαίτερα ακριβές.

Οι μελετητές ανέπτυξαν τη διάταξη των transporters για να αποφύγουν τις μεγάλες αποστάσεις περπατήματος και το κόστος κατασκευής των δακτύλων. Τα ειδικά οχήματα μεταφέρουν τους επιβάτες από το κεντρικό κτίριο επιβατών όπου στεγάζονται

ο έλεγχος εισιτηρίων, η παραλαβή αποσκευών, τα καταστήματα και άλλες εγκαταστάσεις, στα αεροσκάφη που έχουν σταθμεύσει στα δάπεδα. Η διάταξη αυτή έχει τα προφανή πλεονεκτήματα της ελαχιστοποίησης της απόστασης περπατήματος, του κόστους κατασκευής και της απελευθέρωσης του αεροσκάφους από τα προβλήματα της στάθμευσης εξ επαφής στο κτίριο επιβατών.

Από την άλλη πλευρά όμως τα ειδικά οχήματα έχουν σημαντικά λειτουργικά προβλήματα. Το πιο προφανές είναι ότι είναι ακριβά για τους διαχειριστές του αεροδρομίου και τις αεροπορικές εταιρείες. Τα ιδιόμορφα αυτά οχήματα παράγονται σε περιορισμένες ποσότητες χωρίς τα οφέλη της οικονομίας κλίμακας. Τα ειδικά οχήματα απαιτούν ειδικά εκπαιδευμένους οδηγούς που μπορούν να τα οδηγήσουν με ασφάλεια στο πεδίο ελιγμών και να χειριστούν τις ειδικές απαιτήσεις τους. Επιπλέον κατά τη λειτουργία τους πρέπει να έχουν πάντα καύσιμα και να συντηρούνται. Τέλος για τους διαχειριστές του αεροδρομίου εγκυμονεί ένας ιδιαίτερος κίνδυνος: μια μικρή ομάδα εξειδικευμένων εργαζομένων, οι οδηγοί των ειδικών οχημάτων, είναι σε θέση να σταματήσουν τη λειτουργία του αεροδρομίου, εάν δεν ικανοποιούνται τα αιτήματά τους.

Επίσης τα ειδικά οχήματα παρουσιάζουν δυσκολίες για τις αεροπορικές εταιρείες και τους επιβάτες. Η χρήση τους προσθέτει χρόνο 10-15min σε μια πτήση για την επιβίβαση και την αποβίβαση από τα οχήματα. Οι καθυστερήσεις αυτές είναι ιδιαίτερα άβολες στις πτήσεις μικρών αποστάσεων και στις μετεπιβιβάσεις. Επιπλέον, τα λιγότερο δαπανηρά λεωφορεία του αεροδρομίου προσφέρουν κατώτερο επίπεδο εξυπηρέτησης γιατί οι επιβάτες έχουν να αντιμετωπίσουν τις κακές καιρικές συνθήκες και τις σκάλες. Έτσι, η μοναδική διάταξη αμιγώς βασισμένη στα ειδικά οχήματα απαντάται στο Washington/Dulles. Αλλά ακόμη και αυτή εξαφανίζεται, αφού το αεροδρόμιο σχεδιάζει την πλήρη αντικατάσταση των καμπίνων με μεσοπέδια κτίρια που θα εξυπηρετούνται με ένα υπόγειο αυτοματοποιημένο σύστημα μεταφοράς επιβατών. Μολονότι η διάταξη η οποία βασίζεται αποκλειστικά σε ειδικά οχήματα είναι πρακτικά καταδικασμένη σε αφανισμό, τα ειδικά οχήματα χρησιμοποιούνται σήμερα ευρέως και αποτελεσματικά ως μέρος των υβριδικών διατάξεων, ειδικά σε εποχιακές και χαμηλού κόστους λειτουργίες

3.7 Λεπτομερής σχεδιασμός κτηρίου επιβατών

Αρχηγοί κρατών, διάσημοι αρχιτέκτονες και οικονομικοί επενδυτές έχουν συχνά οριστικοποιήσει το συνολικό σχεδιασμό και έτσι οι μελετητές του λεπτομερούς σχεδιασμού του κτιρίου δεν μπορούν να αμφισβητήσουν μια τέτοια συμφωνία. Έτσι:

- Όταν ο πρόεδρος της Μαλαισίας, Dr. Mahathir, ενέκρινε τα προκαταρκτικά σχέδια για το Kuala Lumpur/International, οι μηχανικοί δεν είχαν τη δυνατότητα να αλλάξουν το σχήμα των δορυφόρων.
- Οι μηχανικοί του κτιρίου επιβατών Osaka/Kansai δεν μπορούσαν να αλλάξουν το σχεδιασμό του Renzo Piano, νικητή διεθνούς αρχιτεκτονικού διαγωνισμού, παρά το γεγονός της ύπαρξης κακού υπεδάφους που έκανε την κατασκευή μιας τεράστιας γυάλινης οροφής εξαιρετικά δύσκολη και δαπανηρή.
- Η γραμμική διάταξη του κτιρίου στο αεροδρόμιο Athens/Venizelos ήταν αναπόσπαστο τμήμα του οικονομικού πακέτου που πρόσφερε η σύμπραξη εταιρειών υπό τη μορφή κατασκευή-λειτουργία-μεταβίβαση (Build Operate-Transfer, BOT).

. Οι προδιαγραφές εξαρτώνται από τις πολιτιστικές προσδοκίες, τις τοπικές πρακτικές και τους σημερινούς στόχους του διαχειριστή του αεροδρομίου. Επιπλέον, οι διαχειριστές και οι πελάτες τους έχουν συχνά πολλαπλούς αλληλοσυγκρουόμενους στόχους και για να επιτύχουν μια κατάλληλη ισορροπία ενδεχομένως να αλλοιώσουν τις προδιαγραφές. Άρα, η προσπάθεια ανάπτυξης κοινών προδιαγραφών σχεδιασμού είναι μάταιη. Οι κρίσιμες περιοχές συγκεντρώνουν κίνηση στο χρόνο και στο χώρο και έτσι δημιουργούν μπουτιλιαρίσματα. Αυτά τα σημεία μπορούν να ορίσουν τη χωρητικότητα όλου ή μέρους του κτιρίου. Η εμπειρία έχει δείξει ότι η αδυναμία εντοπισμού και εξάλειψης αυτών των εμποδίων κατά τη διάρκεια του λεπτομερούς σχεδιασμού είναι βασική πηγή δυσκολιών στην αποτελεσματική λειτουργία του κτιρίου επιβατών.

Για την κατανόηση της εμφάνισης κρίσιμων περιοχών είναι αναγκαία η λεπτομερής εξέταση του ρυθμού άφιξης των επιβατών σε διάφορα σημεία συμφόρησης, όπως στον έλεγχο διαβατηρίων, στα σημεία ελέγχου, τα κλιμακοστάσια κ.λπ. Η μέθοδος επιτρέπει στο μελετητή να εξετάσει τρόπους περιορισμού των κρίσιμων περιοχών με την προσθήκη εξυπηρετητών και την τροποποίηση λειτουργικών διαδικασιών και σχεδιασμού. Η προσέγγιση αυτή είναι αποτελεσματική όταν πρόκειται για γρήγορες αναλύσεις συγκεκριμένων σημείων μπουτιλιαρίσματος.

Η λεπτομερής προσομοίωση της ροής των επιβατών και των αποσκευών είναι ένας βασικός τρόπος για να διερευνηθεί η αποτελεσματική λειτουργία του κτιρίου. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στον εντοπισμό των πολλαπλών διαφορετικών διαδικασιών οι οποίες αλληλεπιδρούν και προκαλούν απρόσμενες κρίσιμες περιοχές.

3.7.1 Προδιαγραφές σχεδιασμού

Οι προδιαγραφές σχεδιασμού αντιπροσωπεύουν εκτιμήσεις για μια επιθυμητή εξυπηρέτηση. Εκφράζουν τις αξίες των ιδιοκτητών, των διαχειριστών ή των χρηστών του αεροδρομίου. Δεν αποτελούν επιστημονικά αποτελέσματα και διαφέρουν από χώρα σε χώρα. Μπορεί να εμφανιστούν διαφορές ακόμα και μέσα στην ίδια χώρα. Ένας ιδιωτικός εμπορικός οργανισμός μπορεί να ενδιαφέρεται πρωτίστως για την οικονομία και την αποτελεσματικότητα. Ένας δημόσιος φορέας πιθανόν να έχει άλλες προτεραιότητες, όπως η επιθυμία δημιουργίας εντυπωσιακής πύλης εισόδου στην πόλη ή τη χώρα, και συνεπώς να θέτει διαφορετικές προδιαγραφές. Επιπλέον, οι διαχειριστές του αεροδρομίου εφαρμόζουν υψηλότερες προδιαγραφές για τις αεροπορικές εταιρείες της χώρας τους από αυτές άλλων χωρών, και για κανονικούς αερομεταφορείς έναντι των εταιρειών.

Εν συντομία, οι λεπτομερείς προδιαγραφές για κάθε τμήμα του κτιρίου δεν είναι καθολικές. Παρέχουν καθίσματα για τους μισούς επιβάτες και διαθέτουν περισσότερο χώρο για τους καθημένους. Στη λεπτομέρεια, όμως, οι προδιαγραφές καταλήγουν σε διαφορετικά μεγέθη στους χώρους αναχωρήσεων ίδιων αεροσκαφών.

Οι λεπτομερείς προδιαγραφές συχνά αναφέρονται στο χρόνο και στο χώρο. Οι διαχειριστές του αεροδρομίου προσδιορίζουν το χρόνο που απαιτούν οι διαδικασίες ελέγχου εισιτηρίων, ελέγχου ασφάλειας και ελέγχου διαβατηρίων, παραλαβής αποσκευών κ.λπ. Οι προδιαγραφές σε επίπεδο χώρας, και σε αυτές τις περιπτώσεις, μπορεί να διαφέρουν πάρα πολύ. Για παράδειγμα, η έκθεση των Mumayiz and Ashford (1986) αναφέρει ότι οι επιβάτες στο Birmingham (U.K) θεωρούν ότι, εάν περιμένουν

5,5min στον έλεγχο ασφάλειας ή τον τελωνειακό έλεγχο, έχουν «καλή/ ανεκτή» εξυπηρέτηση. Οι επιβάτες στις ΗΠΑ δεν έχουν συνηθίσει να περιμένουν σε ουρές και προφανώς δε θα συμφωνήσουν. Οι οδηγίες της FAA δείχνουν ότι το μέγιστο ανεκτό όριο αναμονής είναι 5min (FAA, 2001).

Υπάρχει μια ισχυρή σχέση μεταξύ προδιαγραφών χρόνου και χώρου. Όσο ταχύτερη είναι η διαδικασία, τόσο λιγότερο χρόνο παραμένουν οι επιβάτες στη διαδικασία και τόσο λιγότερος χώρος απαιτείται. Η ακριβής σχέση μεταξύ προδιαγραφών χώρου και χρόνου εξαρτάται από το ρυθμό εξυπηρέτησης, δηλαδή το μέσο αριθμό ατόμων μ , που ένας εξυπηρετητής (server) (όπως ο υπάλληλος στον έλεγχο εισιτηρίων) μπορεί να εξυπηρετήσει στη μονάδα του χρόνου. Το γινόμενο του ρυθμού εξυπηρέτησης, μ επί τον αριθμό των διαθέσιμων εξυπηρετητών, n , καθορίζει το μέσο αριθμό των ατόμων που εξυπηρετούνται σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα t ,

$n\mu t$ = αριθμός ατόμων που εξυπηρετούνται

εάν όλοι οι n εξυπηρετητές είναι απασχολημένοι συνεχώς κατά τη διάρκεια του διαστήματος t . Αντιστρόφως, αν δίδεται ο αριθμός των ατόμων που πρέπει να εξυπηρετηθούν, καθώς και ο χρόνος προδιαγραφής t που ικανοποιεί το επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης, ο αριθμός των αναγκαίων θέσεων εξυπηρετητών είναι

$n = (\text{αριθμός ατόμων που θα εξυπηρετηθούν}) / \mu t$

Για την επίτευξη προδιαγραφών χρόνου, οι μελετητές προβλέπουν αρκετές θέσεις ώστε να αποκτήσει ο πάροχος της υπηρεσίας το επίπεδο εξυπηρέτησης που επιθυμεί ο διαχειριστής. Σημειώνουμε όμως ότι οι πραγματικοί πάροχοι της υπηρεσίας μπορούν να ανατρέψουν τα σχέδια του ιδιοκτήτη ή των σχεδιαστών του αεροδρομίου. Οι χρόνοι εξυπηρέτησης ενδεχομένως να ξεπεράσουν τις προδιαγραφές σχεδιασμού γιατί ο διαχειριστής δεν επανδρώνει τις θέσεις εξυπηρέτησης. Για παράδειγμα, οι κρατικοί φορείς μπορεί να μη διαθέσουν αρκετό προσωπικό στις θέσεις ελέγχου διαβατηρίων ή ο διαχειριστής του αεροδρομίου αποφασίζει να εξοικονομήσει χρήματα με την περικοπή προσωπικού Σαββατοκύριακα και εορτές. Τέλος, ο πάροχος της υπηρεσίας μπορεί να έχει διαφορετικές αξίες από τους μελετητές. Οι αεροπορικές εταιρείες «χαμηλού κόστους» λειτουργούν με τον ελάχιστο αριθμό θέσεων, προκειμένου να μειώσουν το κόστος και θεωρούν ότι οι επιβάτες θα ανεχθούν την αναμονή.

Έμπειροι διαχειριστές αεροδρομίων και μελετητές γνωρίζουν ότι πρέπει να λάβουν υπόψη τους και άλλους παράγοντες εκτός του χρόνου και του χώρου όταν αξιολογούν την επίδοση κτιρίων επιβατών. Οι αποστάσεις περπατήματος είναι βασική παράμετρος στην επιλογή διάταξης κτιρίου επιβατών. Η αξιοπιστία των προσφερόμενων υπηρεσιών είναι σημαντική: Πόσο συχνά εμφανίζονται μεγάλες καθυστερήσεις που έχουν ως αποτέλεσμα την απώλεια πτήσεων ή ανταποκρίσεων πτήσεων; Οι διαχειριστές ενδιαφέρονται για παραμέτρους όπως ο μέγιστος χρόνος αναμονής σε μια υπηρεσία ή ο ελάχιστος χρόνος μετεπιβίβασης επιβατών και αποσκευών από μια πτήση σε μια άλλη. Ένα πλεονέκτημα των σωστών προσομοιώσεων των κτιρίων επιβατών είναι ότι μπορούν να διερευνήσουν αυτά τα θέματα και να προτείνουν λύσεις.

Παράδειγμα

Ας θεωρήσουμε μια αεροπορική εταιρεία που πρέπει να διενεργεί έλεγχο εισιτηρίων σε 300 επιβάτες σε ένα χρονικό διάστημα 50min. Ας υποθέσουμε ότι αυτή η διαδικασία απαιτεί 1,5min εξυπηρέτησης κατά μέσο όρο ανά επιβάτη. Ο ρυθμός εξυπηρέτησης, μ , είναι 2/3 επιβάτες το λεπτό. Ο ουρά αυτός είναι αντιπροσωπευτικός στις περιπτώσεις

που οι αεροπορικές εταιρείες ζυγίζουν τις αποσκευές και χρεώνουν το επιπλέον βάρος.) Πόσες θέσεις ελέγχου εισιτηρίων πρέπει να δοθούν; Η απάντηση είναι

$$n = 300 [(2/3) (50)] = 9$$

Εάν η αεροπορική εταιρεία μειώσει το μέσο χρόνο εξυπηρέτησης, οι θέσεις ελέγχου εισιτηρίων θα είναι λιγότερες. Αυτό επιτυγχάνεται αν εγκαταλειφθεί η πρακτική του ζυγίσματος και των χρεώσεων για το πρόσθετο βάρος, όπως συμβαίνει στις ΗΠΑ, ή γίνει χρήση ηλεκτρονικού ελέγχου εισιτηρίων, οπότε οι υπάλληλοι δε ζητούν και δεν πληκτρολογούν τα ονόματα των επιβατών. Ο αριθμός των θέσεων ελέγχου εισιτηρίων μπορεί να μειωθεί στο μισό με αυτές τις πρακτικές.

3.7.2 Ανίχνευση των «κρίσιμων περιοχών»

Η επιτυχής λειτουργία ενός κτιρίου επιβατών απαιτεί τη διέλευση των επιβατών από πολλές διαφορετικές περιοχές και διαδικασίες έγκαιρα και με χώρο αρκετό για ένα επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης. Δυστυχώς, πολύ συχνά σχετικά ασήμαντες πλευρές της διάταξης ή της οργάνωσης του αεροδρομίου προκαλούν μπουτιλιάρια που έχουν ως συνέπεια συμφόρηση σε ένα σημαντικό μέρος της λειτουργίας. Κάποιες βασικές αρτηρίες υπερφορτώνονται και έτσι εμποδίζεται η ροή -και η χωρητικότητα- ενός μεγάλου τμήματος του συστήματος. Σε ένα μεγάλο ευρωπαϊκό αεροδρόμιο, ένα τέτοιο εμπόδιο σε ένα κρίσιμο σημείο περιόρισε την παραγωγικότητα ενός νέου κτιρίου επιβατών περίπου κατά το ένα τρίτο, με συνέπεια ένα επιπλέον κόστος, περίπου \$100 εκ. Γενικά, αυτά τα μικρά εμπόδια αποτελούν τις «κρίσιμες περιοχές» –συγκεκριμένα σημεία που προκαλούν μεγάλα προβλήματα στην αποτελεσματική λειτουργία του κτιρίου επιβατών.

Μια σημαντική αντίφαση είναι ότι εμφανίζονται κρίσιμα μπουτιλιάρια ακόμη και όταν οι μελετητές έχουν προβλέψει επαρκή χώρο για κάποια δραστηριότητα. Οι κρίσιμες περιοχές εμφανίζονται διακριτικά. Δεν προκύπτουν από χοντρά λάθη στον υπολογισμό του μεγέθους των χώρων. Συνήθως προέρχονται από κάποιες μικρές αρχιτεκτονικές λεπτομέρειες ή από έλλειψη κατανόησης των λειτουργικών διαδικασιών του κτιρίου. Λόγω αυτών των λεπτομερειών, οι χρήστες του αεροδρομίου ακολουθώντας το ένστικτό τους συγκεντρώνονται σε συγκεκριμένα σημεία, σε συγκεκριμένους χρόνους.

Για τον προσδιορισμό των κρίσιμων περιοχών είναι αναγκαίο να εστιάσουμε στη δυναμική των διαδικασιών. Βεβαίως, είναι σημαντικό να επανεξετάσουμε το λεπτομερή σχεδιασμό για να διαπιστώσουμε αν πληροί τις γενικές προδιαγραφές του σχεδιασμού. Η ανασκόπηση όμως αυτή δεν είναι αρκετή. Για να αποφύγουμε μεγάλα προβλήματα, είναι αναγκαίο να εξετάσουμε και να σκεφτούμε λεπτομερώς πώς θα λειτουργούν διαχρονικά οι χρήστες του αεροδρομίου στο κτίριο.

Η ανασκόπηση των πιθανών κρίσιμων περιοχών πρέπει να γίνει από γνώστες της λειτουργίας του αεροδρομίου και των ροών σε ένα ευρύ φάσμα καταστάσεων. Το σημείο αυτό απαιτεί προσοχή, γιατί η ομάδα σχεδιασμού των αεροδρομίων συνήθως δεν περιλαμβάνει τέτοια άτομα. Αρχιτεκτονικά γραφεία που αναλαμβάνουν το λεπτομερή σχεδιασμό σπάνια έχουν υπαλλήλους με μακρά εμπειρία στη λειτουργία αεροδρομίων. Λίγα αρχιτεκτονικά γραφεία έχουν σε σταθερή βάση έργα που αφορούν το σχεδιασμό αεροδρομίων και μπορούν να δικαιολογήσουν εξειδικευμένο προσωπικό.

Επιπλέον, πολλά μεγάλα διεθνή γραφεία, που έχουν αναλάβει έργα αεροδρομίων, χρησιμοποιούν τοπικά αρχιτεκτονικά γραφεία ή γραφεία πολιτικών μηχανικών που έχουν το πλεονέκτημα της γνώσης των τοπικών συνθηκών αλλά το μειονέκτημα περιορισμένης εμπειρίας στα θέματα σχεδιασμού αεροδρομίων. Παρομοίως, οι υπάλληλοι με πολλά χρόνια εμπειρίας σε ένα συγκεκριμένο αεροδρόμιο είναι ειδικοί στο συγκεκριμένο αεροδρόμιο αλλά εν γένει δε γνωρίζουν πώς λειτουργούν νέα αεροδρόμια σε διαφορετικές καταστάσεις ή σε άλλες χώρες.

3.7.3 Προσομοίωση του κτιρίου επιβατών

Τα μοντέλα προσομοίωσης καλής ποιότητας αποτελούν σημαντικά εργαλεία στο λεπτομερή σχεδιασμό των κτιρίων επιβατών. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στις «λεπτές ρυθμίσεις» του σχεδίου, μέσω της μελέτης λειτουργίας του κτιρίου στο σύνολό του. Μερικά από τα έργα που μπορούν να επιτευχθούν επαρκώς με αυτό τον τρόπο είναι:

- Έλεγχος ότι οι διαδοχικές διαδικασίες και υπηρεσίες συντονίζονται ομαλά, ώστε να αποφεύγονται προφανή μπουτιλιάρια στο κτίριο.
- Εκτίμηση του συνολικού χρόνου που απαιτεί το σύνολο των διαδικασιών εξυπηρέτησης για κάθε κατηγορία αφικνούμενων, αναχωρούντων ή μετεπιβιβαζόμενων επιβατών
- Καθορισμός του σωστού αριθμού υπαλλήλων, θέσεων, μηχανημάτων, κ.λπ., που απαιτούνται σε κάθε τμήμα του κτιρίου.
- Εκτίμηση του επιπέδου εξυπηρέτησης σε κάθε τμήμα του κτιρίου αναφορικά με το χώρο και το χρόνο αναμονής ανά επιβάτη ή άλλο χρήστη.

3.8 Αίθουσες αναμονής αναχωρήσεων

Υπάρχει μεγάλη διχογνωμία μεταξύ των ειδικών αναφορικά με το μέγεθος του χώρου που πρέπει να δοθεί στους χώρους αναμονής αναχωρήσεων. Κατ' αρχάς, μελετητές και διαχειριστές διαφωνούν για το μέγεθος του χώρου που πρέπει να διατεθεί σε κάθε άτομο. Επιπλέον οι αεροπορικές εταιρείες θέλουν λιγότερο χώρο, αφού πρέπει να πληρώσουν για αυτό, ενώ οι διαχειριστές των αεροδρομίων επιθυμούν υψηλότερο επίπεδο εξυπηρέτησης (και είναι ευτυχείς που οι χρήστες καλούνται να το πληρώσουν).

Επιπλέον, οι ειδικοί των αεροδρομίων διαφωνούν αναφορικά με τον αριθμό των επιβατών που πρέπει να εξυπηρετεί η αίθουσα αναχωρήσεων. Οι Horonjeff and McKelvey (1994) προτείνουν το 80% της χωρητικότητας του αεροσκάφους. Κάποιες αεροπορικές εταιρείες θεωρούν ότι αυτός ο χώρος είναι πολύ μεγάλος, γιατί οι επιβάτες περιοδεύουν στα καταστήματα, στις λέσχες των αεροπορικών εταιρειών ή αλλού και καταφτάνουν στην αίθουσα αναχωρήσεων όταν αρχίζει η επιβίβαση. Στο αεροδρόμιο της Singapore, οι χώροι είναι υπερβολικά μικροί, καθώς το αεροδρόμιο καλεί τις πτήσεις μόνο όταν είναι έτοιμες για επιβίβαση. Παρόμοια είναι και η περίπτωση του London/Heathrow.

Τέλος, ο διατιθέμενος χώρος εξαρτάται πολύ από την έκταση των αιθουσών αναμονής από κοινού χρήσης. Είναι δυνατόν να επιτευχθεί μείωση έως και 50% στη συνολική έκταση των χώρων αναμονής, (de Neuville, de Barros, and Belin, 2002, Horonjeff and McKelvey, 1994). Ένας οικονομικά αποτελεσματικός σχεδιασμός προβλέπει την από κοινού χρήση των χώρων αναμονής και λαμβάνει υπόψη του ότι πολλοί επιβάτες δαπανούν χρόνο εκτός αυτού του χώρου. Η παραμονή σε ένα στεγνό χώρο αναμονής δεν είναι ελκυστική για τους επιβάτες, ούτε επικερδής για το διαχειριστή του αεροδρομίου, ο οποίος θα προτιμούσε να ξοδεύουν οι επιβάτες χρόνο στις παραχωρήσεις. Αυτός ο σχεδιασμός δεν αποτελεί ακόμη τυπική πρακτική.

3.9 Χώροι παραλαβής αποσκευών

Οι χώροι παραλαβής αποσκευών πρέπει να διαθέτουν αρκετό μήκος παραλαβής, δηλαδή μήκος ταινιοδρόμων (conveyor belt) ή μεταφορικών ταινιών με πλάκες (racetracks), ώστε να μπορούν οι επιβάτες να αναγνωρίσουν και να παραλάβουν τις αποσκευές τους. Η προδιαγραφή της IATA (1995) προτείνει 70m (230ft) περίπου για αεροσκάφη ευρείας ατράκτου και 40m για μικρότερα αεροσκάφη που εξυπηρετούνται την ίδια ώρα. Η προδιαγραφή αυτή σημαίνει 0,3m (1ft) μήκος παραλαβής ανά επιβάτη. Στην πράξη ο αριθμός αυτός παρουσιάζει απόκλιση + 50%. Εναλλακτικά, η FAA ορίζει το αναγκαίο μήκος με βάση τον αριθμό των αεροσκαφών που φτάνουν σε μια αιχμή 20min και με την υπόθεση ότι οι επιβάτες παραδίνουν 1,3 αποσκευές ανά άτομο. Και οι δύο προδιαγραφές οδηγούν στα ίδια αποτελέσματα περίπου. Θα πρέπει όμως να τροποποιηθούν σύμφωνα με τις τοπικές πραγματικότητες, όπως, για παράδειγμα, ο μέσος αριθμός αποσκευών ανά επιβάτη.

Οι προδιαγραφές πρέπει να λάβουν υπόψη το μερίδιο της μετεπιβιβαζόμενης κίνησης στο αεροδρόμιο. Όσοι περισσότεροι είναι οι μετεπιβιβαζόμενοι επιβάτες τόσο λιγότερο χώρο απαιτεί η παραλαβή των αποσκευών. Οι προδιαγραφές της FAA συμπεριλαμβάνουν αυτό το συντελεστή. Μια εξαίρεση σε αυτό τον κανόνα αποτελούν οι διεθνείς αφίσσεις στις ΗΠΑ. Όλοι οι επιβάτες που επισκέπτονται τις ΗΠΑ πρέπει να παραλάβουν τις αποσκευές τους κατά την άφιξη και να τις παρουσιάσουν στον έλεγχο ακόμη και αν έχουν τελικό προορισμό μια άλλη πόλη (μετά πρέπει να τις ελέγξουν και πάλι στον έλεγχο εισιτηρίων, σε μια ειδική εγκατάσταση μετά το τελωνείο).

Κρίσιμες περιοχές συμφόρησης στην περιοχή παραλαβής αποσκευών είναι ιδιαίτερα δύσκολες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι επιβάτες συγκεντρώνονται στα σημεία του εξοπλισμού παραλαβής όπου εμφανίζονται οι αποσκευές. Τα σημεία αυτά παρουσιάζουν προβλήματα ακόμη και αν ολόκληρη η περιοχή έχει σχεδιαστεί με τις προδιαγραφές της IATA ή άλλες προδιαγραφές χώρου. Ως ένα μέτρο προφύλαξης έναντι τέτοιων προβλημάτων, η σύσταση της IATA (1995) προβλέπει απόσταση τουλάχιστον 9m (30ft) μεταξύ γειτονικών εξοπλισμών παραλαβής αποσκευών.

Κεφάλαιο 4 Συμπεράσματα και περεταίρω εργασία.

4.1 Συμπεράσματα

Ο αεροσταθμός είναι η βιτρίνα μια χώρας (η πρώτη εντύπωση) αλλά θα πρέπει πρώτα να δίνεται προτεραιότητα στην λειτουργία και στην ασφάλεια. Ο σχεδιασμός κάθε αεροσταθμού διαφέρει ανάλογα τις εκάστοτε απαιτήσεις όπως είναι ο αριθμός των επιβατών και ο τύπος του αερολιμένα (πχ κόμβος) . Ο αεροσταθμός επίσης αποτελεί εθνικό σύνορο για επιβάτες διεθνών πτήσεων επομένως θεωρείτε αρκετά σημαντικό να υπάρχουν οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις ελέγχου.

Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι ο σχεδιασμός κάθε αεροσταθμού και των κτηριακών υποδομών του βασίζεται ανάλογα με την κυκλοφορία στην ώρα αιχμής. Γι αυτό είναι αρκετά σημαντικό πριν αρχίσει ο σχεδιασμός ενός αεροσταθμού να γνωρίζουμε :

- τον τύπο λειτουργίας του αερολιμένα
- τις κατηγορίες των επιβατών
- τη σύνθεση τους
- τις απαιτήσεις τους

Βέβαια η ιστορία έχει δείξει πως ο τύπος λειτουργίας και τα χαρακτηριστικά των επιβατών μπορεί να αλλάξουν σταδιακά η και ξαφνικά. Αυτές οι αλλαγές ενδέχεται να προκληθούν όχι μόνο από οικονομικούς παράγοντες αλλά και από πολιτικούς , άρα ο σχεδιασμός κάθε αεροσταθμού θα πρέπει να διαθέτει ευελιξία.

Τέλος , στην παραπάνω έρευνα έχουν σημειωθεί όλες οι απαιτούμενες πληροφορίες για την μελέτη και τον σχεδιασμό σύγχρονων αεροσταθμών και συστημάτων εναέριας κυκλοφορίας ακολουθώντας πάντοτε τους διεθνείς κανονισμούς .

4.2 Περεταίρω εργασία.

Η παραπάνω πτυχιακή εργασία έχει δημιουργήσει σαφώς και άλλα σημαντικά πεδία που αξίζει κάποιος να ασχοληθεί για τον σχεδιασμό σύγχρονων αεροδιαδρόμων , αεροσταθμών και συστημάτων εναέριας κυκλοφορίας. Κάποια από αυτά αναφέρονται παρακάτω :

- Μια περεταίρω προσπάθεια θα μπορούσε να μελετήσει ακόμα τις επιπτώσεις που έχει ένας αερολιμένας στο κοντινό περιβάλλον και πιθανές λύσεις για την αντιμετώπιση αυτών .
- Επίσης , θα μπορούσε κάποιος να συμπεριλάβει στην έρευνα έναν πιθανό σχεδιασμό βάσει εξικονόμησης φυσικών πόρων κατασκευάζοντας έτσι έναν αερολιμένα πιο "φυλικό " για το περιβάλλον .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

«A Description of Air Traffic Control in the Current Terminal Airspace Environment», Report MTR-88W00167, The MITRE Corporation, McLean, VA. NASA, National Aeronautics and Space Administration (no date),

«A Stochastic Integer Program with Dual Network Structure and its Application to the Ground Holding Problem», Operations Research, in press. Barnett, A. (2001)

«Air Safety: End of the Golden Age?», Journal of the Operational Research Society, 52, pp. 849-854. Barnett, A., Paull, G., and Iadaluca, J. (2000)

«Air Traffic Control Overview: Kansas City ARTCC», Group 41 Report, MIT Lincoln Laboratory, Lexington, MA. Mundra, A. (1989)

«Airport Capacity: Representation, Estimation, Optimization, IEEE Transactions on Control Systems Technology, 1, pp. 144-154. Hall, W. (1999)

«Analysis of Delay Reducing and Fuel Saving Sequencing and Spacing Algorithms for Arrival Traffic, NASA Report TM103880, Ames Research Center, Moffett Field, CA. Nolan, M. (1999)

«Applications of the GPS to Air Traffic Control», in Global Positioning System: Theory and Applications: Volume II, B. W. Parkinson and J. J. Spilker, Jr. (eds.), American Institute of Aeronautics and Astronautics, Washington, DC. Dear, R. (1976)

«Blueprint for NAS Modernization: An Overview of the National Airspace System Architecture Version 4.0», <http://www.faa.gov/nasarchitecture/blueprint/index.htm>. FAA, Federal Aviation Administration (2000)

«CDM Website», <http://www.metsci.com/cdm/>. MIT Lincoln Laboratory (1998)

«Contributions of DLR to Air Traffic Capacity Enhancements within a Terminal Area», in Proceedings of AGARD Meeting on Machine Intelligence in Air Traffic Management, Report AGARD-CP-538, Brussels, Belgium.

«Delay Causality and Reduction at the New York City Airports Using Terminal Weather Information Systems», Project Report ATC-291, MIT Lincoln Laboratory, Lexington, MA. Ball, M., Hall, W., Hoffman, R., and Rifkin, R. (1998)

«Designation of Federal Airways, Area Low Routes, Controlled Airspace, Reporting Points, Jet Routes, and Area High Routes», Federal Aviation Regulations, Part 71, FAA, Washington, DC. FAA, Federal Aviation Administration (1992b)

«Efficient Capacity Allocation in a Collaborative Air Transportation System», Ph.D. dissertation, Operations Research Center, Massachusetts Institute of Technology, MIT, Cambridge, MA. ICAO, International Civil Aviation Organization (1999)

«Fatal U.S. Runway Collisions over the Next Decade», Air Traffic Control Quarterly, 8, pp. 253-276. Barnett, A., and Wang, A. (2000)

«General Operating and Flight Rules), Federal Aviation Regulations, Part 91, FAA, Washington, DC. FAA, Federal Aviation Administration (1999)

«Modeling and Control of the Departure Process at Congested Airports», Ph.D. dissertation, Department of Aeronautics and Astronautics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA. Richetta, O., and A. Odoni (1993)

«Observations and Analysis of Departure Operations at Boston Logan International Airport, Ph.D. dissertation, Department of Aeronautics and Astronautics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA. Idris, H., Anagnostakis, I., Delcaire, B., Hansman, R., Clarke, Feron, E., and Odoni, A. (1999)

«Observations of Departure Processes at Logan Airport to Support the Development of Departure Planning Tools», Air Traffic Control Quarterly, 7, pp. 229-257. Metron, Inc. (2000),

«Operational Evolution Plan», <http://www.faa.gov/programs/oep>. Gilbert, G. (1973)
«Historical Development of the Air Traffic Control System», IEEE Transactions on Communications, 21, pp. 364–375. Gilbo, E. (1993)

«Passenger Mortality-Risk Estimates Provide Perspectives about Airline Safety», Flight Safety Digest, 19, pp. 2-13. Braff, R., Powell, J., and Dorfler, J. (1994)

«Solving Optimally the Static Ground- Holding Policy Problem in Air Traffic Control», Transportation Science, 27(3), pp. 228-238. Volckers, U., Brokof, U., Dippe, D., and Schubert, M. (1993),

«The CenterTRACON Automation System», <http://www.ctas.arc.nasa.gov/>. Neuman, F., and Erzberger, H. (1991)

«The Dynamic Scheduling of Aircraft in the Near-Terminal Area», Ph.D. dissertation, Technical Report R76-9, Flight Transportation Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA. Erzberger, H. (1995)

58326-1, Boeing Commercial Airplanes, Seattle, Washington. Boeing, 2013, B737, Airplane characteristics for airport planning, D6-58325-6,

Aerodromes: Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation, Volume I: Aerodrome Design and Operations, 3d ed., ICAO, Montreal, Canada. Idris, H. (2001)

Airbus Headquarters, Toulouse, France.

Airbus Headquarters, Toulouse, France.

Airbus, 2014, A380, Aircraft characteristics, Airport and maintenance planning,

Airbus, 2016, A320, Aircraft characteristics, Airport and maintenance planning,

Airport Design, Advisory Circular 150/5300-13, incorporates subsequent Changes 1 thru 5 (Change 5 in 1997)

Airport Design, Change 6, Advisory Circular 150/5300-13, U.S. Government Printing Office, Washington, DC. FAA, Federal Aviation Administration (2001)

Allan, S., Gaddy, S., and Evans, J. (2001)

Aviation Administration. ICAO Annex 14, 2013, Aerodromes, Volume 1, Aerodrome design and operation, International Civil Aviation Organization, Montreal, Quebec, Bays, 4th edition, Montreal: International Civil Aviation Organization.

Boeing Commercial Airplanes, Seattle, Washington. Boeing, 2011, B747-400, Airplane Characteristics for airport planning, D6

Boeing Commercial Airplanes, Seattle, Washington. FAA AC 150/5300-13A, 2014, Airport design, Federal Aviation Administration,

Boeing, 2008, B777-200/300, Airplane Characteristics for airport planning, D658329, Canada.

Civil Aviation Organization, Montreal, Quebec, Canada.

Collaborative Decision Making in Air Traffic Management: A Preliminary Assessment, National Center of Excellence in Aviation Operations Research (NEXTOR), University of Maryland, College Park, MD. Ball, M., Hoffman, R., Odoni, A., and Rifkin, R. (2002)

Design Principles and Algorithms for Automated Air Traffic Management, AGARD Lecture Series 200, Brussels (also at <http://www.ctas.arc.nasa.gov/>). FAA, Federal Aviation Administration (1989)

Federal Aviation Administration. FAA AC AC 150/5390-2, 2012, Heliport design, Washington, DC: Federal

Fundamentals of Air Traffic Control, 3d ed., Brooks/Cole/Wadsworth, Pacific Grove, CA. Pujet, N. (1999)

ICAO Annex 10, 2006, Volume 1: Radio Navigation Aids, 6th edition, International
ICAO Annex 14, 2013, Aerodromes, Volume 1, Aerodrome design and operation,
ICAO, 2005, Aerodrome Design Manual, Part 2: Taxiways, Aprons and Holding
International Civil Aviation Organization, Montreal, Quebec, Canada.

U.S. Government Printing Office, Washington, DC. FAA, Federal Aviation Administration (1992a)

Washington DC. FAA AC 150/5325-4C, 2013 draft, Runway length requirements for airport design, Washington, DC: