



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**Τεχνικές διαχείρισης της επιβατικής κίνησης σε
αεροδρόμια με εποχική κίνηση – Η περίπτωση του
Ηρακλείου**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΘΕΟΔΩΡΟΥ ΚΑΤΣΑΦΑΝΑ

Επιβλέπουσα : Βούλα Ψαράκη - Καλουπτσίδη
Επίκουρη Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**Τεχνικές διαχείρισης της επιβατικής κίνησης σε
αεροδρόμια με εποχική κίνηση – Η περίπτωση του
Ηρακλείου**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΘΕΟΔΩΡΟΥ ΚΑΤΣΑΦΑΝΑ

Επιβλέπουσα :

Βούλα Ψαράκη - Καλουπτσίδη
Επίκουρη Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

Περίληψη

Οι θαλάσσιες και αεροπορικές μεταφορές στην Ελλάδα εμφανίζουν δυο ιδιαιτερότητες: έντονη εποχικότητα στην κίνησή τους και ασυνήθιστη – μη προκύπτουσα πάντα από συγκεκριμένα κριτήρια- χωροταξική κατανομή των υποδομών τους.

Ιδιαίτερα τα αεροδρόμια, που αποτελούν το αντικείμενο της εργασίας, εμφανίζουν έντονες ανισοκατανομές της κίνησης ακόμα και στη διάρκεια των περιόδων αιχμής. Ως συνέπεια προκύπτει η παροχή χαμηλού επιπέδου εξυπηρέτησης σε συγκεκριμένες ημέρες και ώρες των μηνών αιχμής, αλλά και η δυσκολία τεκμηρίωσης επενδύσεων βελτίωσης, αφού η υποδομή αρκεί ή υποχρησιμοποιείται μεγάλο μέρος του χρόνου.

Στο πλαίσιο της εργασίας δημιουργήθηκε ένα απλό, εύκολο στην υλοποίηση μέσω λογιστικών φύλλων και προσαρμοσμένο στις ιδιαιτερότητες της κίνησης μοντέλο της λειτουργίας του κτιρίου επιβατών. Στο παράδειγμα του αεροδρομίου του Ηρακλείου έγινε προσπάθεια με την εφαρμογή του εντοπισμού των προβληματικών θέσεων και εξέτασης της επίδρασης διαφόρων εκδοχών βελτίωσης.

Στο τέλος δεν δίνονται απαντήσεις ή λύσεις. Στην ανάπτυξη ενός στρατηγικού σχεδιασμού το – οποιοδήποτε – μοντέλο είναι απλώς ένα εργαλείο γρήγορου υπολογισμού της επίδοσης και ποσοτικοποίησης των προβλημάτων: η κρίση, οι ιδέες, η ικανότητα αντίληψης ή ακόμα και πρόκλησης αλλαγών και ο ζήλος των ανθρώπων που θα τον διαμορφώσουν παραμένουν αναντικατάστατες.

Λέξεις κλειδιά: <<εποχική ζήτηση, σχεδιασμός κτιρίου επιβατών αεροδρομίου, επίπεδο εξυπηρέτησης, μακροσκοπικό μοντέλο>>

Kurzfassung

Der See- und Luftverkehr in Griechenland weist zwei Besonderheiten auf; ausgeprägte saisonale Aufkommensschwankungen und außergewöhnliche – nicht immer nachvollziehbare – raumplanerische Verteilung ihres Infrastruktur.

Besonders die Flughäfen, mit denen sich diese Arbeit befasst, weisen intensiv ungleichmäßige Verteilungen des Aufkommens auch während der Spitzenperiode. Als Konsequenz ergibt sich das Angebot einer niedrigen Qualitätsstufe während bestimmten Tagen und Stunden der Spitzenperiode, aber auch die Schwierigkeit Verbesserungsinvestitionen zu rechtfertigen, seitdem die Infrastruktur einen großen Teil des Jahres ausreicht oder unterbeansprucht wird.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein einfaches, leicht durch Tabellenblätter zu realisierendes und auf die Besonderheiten des Aufkommens abgestimmtes Modell der Prozesse in einem Flughafengebäude entwickelt. Durch dessen Anwendung am Beispiel des Flughafens von Heraklion wurde versucht Engpässe zu erkennen und den Einfluss verschiedener Verbesserungsmöglichkeiten zu untersuchen.

Am Ende gibt es weder Antworten noch Lösungen. Bei der Entwicklung einer strategischen Planung stellt das – beliebige – Modell einfach ein Werkzeug zur schnellen Berechnung des Systemzustandes und zur Quantifizierung des Problems dar; das Urteilsvermögen, die Ideen, die Fähigkeit Änderungen wahrzunehmen oder sogar hervorzurufen und der Eifer der Menschen die sie übernehmen bleiben unabdingbar.

Schlüsselwörter: <<saisonale Nachfrageschwankungen, Flughafengebäudeplanung, level of service, makroskopisches Modell >>

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	4
Kurzfassung	5
Πίνακας Περιεχομένων	6
1 Εισαγωγή.....	8
1.1 Σκοπός – Κίνητρα	8
1.2 Ιδιαιτερότητες – Παραδοχές	8
1.2.1 Κατηγορίες επιβατών	8
1.2.2 Κτιριακές υποδομές	9
1.2.3 Επιβατική κίνηση.....	9
1.2.4 Μεθοδολογία σχεδιασμού / υπολογισμού	10
2 Μοντέλα των λειτουργιών ενός αεροδρομίου	11
2.1 Ταξινόμηση μοντέλων.....	11
2.1.1 Βαθμός λεπτομέρειας	11
2.1.2 Μεθοδολογία	12
2.2 Μοντέλα της λειτουργίας των κτιρίων επιβατών	12
2.2.1 Εισαγωγή	12
2.2.2 Εξέλιξη μοντέλων	13
2.2.3 Υφιστάμενα μοντέλα – εφαρμογές αυτών	14
3 Επιλογή – Περιγραφή μοντέλου	23
3.1 Εισαγωγή.....	23
3.2 Εισαγωγή δεδομένων.....	24
3.2.1 Κατανομές άφιξης	24
3.2.2 Δεδομένα πτήσεων	24
3.2.3 Λοιπά δεδομένα.....	25
3.3 Μοντελοποίηση διαδικασιών – χρόνοι	27
3.3.1 Check-in.....	27
3.3.2 Έλεγχος ασφαλείας	27
3.3.3 Διαβατηριακός έλεγχος.....	29
3.3.4 Επιβίβαση.....	29
3.4 Απαιτήσεις επιφανειών.....	32

3.5	Χρόνοι αναμονής.....	34
3.6	Παραδοχές	34
4	Ελληνικά αεροδρόμια	37
4.1	Δίκτυο αεροδρομίων - Κατηγορίες	37
4.2	Επιβατική κίνηση.....	40
4.3	Εξέλιξη κίνησης	42
4.3.1	Πρόβλεψη κίνησης και σχεδιασμός.....	43
4.3.2	Επιβατική κίνηση και τουρισμός.....	43
5	Αεροδρόμιο εφαρμογής	46
	Ηράκλειο – «Ν. Καζαντζάκης» (LGIR / HER).....	46
5.1	Στοιχεία κίνησης.....	46
5.1.1	Γενικά στοιχεία κίνησης	46
5.1.2	Ημερήσια κατανομή αναχωρήσεων	48
5.1.3	Ωριαία κατανομή αναχωρήσεων	50
5.1.4	Κατάταξη ωριαίων φόρτων.....	53
5.2	Υποδομή κτιρίου επιβατών.....	54
5.3	Εφαρμογή μοντέλου	55
5.3.1	28 Αυγούστου 2011.....	55
6	Συμπεράσματα – προτάσεις	74
6.1	Μοντέλο	74
6.1.1	Συμπεράσματα από τη χρήση	74
6.1.2	Προτάσεις βελτίωσης.....	74
6.2	Αεροδρόμιο Ηρακλείου.....	75
6.2.1	Αίθουσες αναμονής	76
6.2.2	Έλεγχος ασφαλείας	79
6.2.3	Check-in.....	80
6.2.4	Συμπεράσματα	84
6.3	Επίλογος	85
	Παράρτημα.....	86
1.	Κατανομές αφίξεων επιβατών στο κτίριο.....	86
2.	Κατά ICAO και IATA κωδικοί κυριότερων αεροδρομίων και αεροπορικών εταιριών	88
3.	Απόσπασμα του προγράμματος πτήσεων της 28 ^{ης} Αυγούστου 2011	95
	Βιβλιογραφία	97

1 Εισαγωγή

1.1 Σκοπός – Κίνητρα

Οι αεροπορικές και οι θαλάσσιες συγκοινωνίες στην Ελλάδα εμφανίζουν έντονη εποχικότητα. Αποτέλεσμα είναι μια ξεκάθαρη διαφορά αφενός στις πληρότητες των μέσων αυτών αφετέρου στην ποιότητα εξυπηρέτησής τους στις αντίστοιχες υποδομές (αεροδρόμια – λιμάνια) στη διάρκεια δυο έως τριών μηνών το καλοκαίρι και τον υπόλοιπο χρόνο.

Όσον αφορά στα αεροδρόμια, που αποτελούν το θέμα της εργασίας αυτής, παρατηρούνται σε ορισμένα εξ' αυτών τα ακόλουθα δυο ακραία φαινόμενα:

- Αδυναμία εξυπηρέτησης σε αποδεκτούς χρόνους των πτήσεων σε έναν τουλάχιστον ή και στους τρεις τομείς (εναέριος χώρος, airside, landside) στη διάρκεια του καλοκαιριού· λειτουργία σε χαμηλές στάθμες εξυπηρέτησης.
- Ικανοποιητική εξυπηρέτηση έως λειτουργία αρκετά κάτω της ικανότητας εξυπηρέτησης τον υπόλοιπο χρόνο.

Στην εργασία γίνεται προσπάθεια εντοπισμού των προβληματικών θέσεων στη ροή των επιβατών στον επιβατικό σταθμό και εξέταση μέτρων βελτίωσης λαμβάνοντας υπόψη τις οικονομικές και λειτουργικές ιδιαιτερότητες που ισχύουν.

Η εποχικότητα της ζήτησης έχει και άλλες ενδιαφέρουσες συνέπειες στη λειτουργία ενός αεροδρομίου, πέρα από το επίπεδο εξυπηρέτησης στο κτίριο επιβατών. Η Τσαγκάλη (2006) παρουσιάζει κάποιες από αυτές.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά οι ιδιαιτερότητες (επιβατική κίνηση, υποδομές) που λαμβάνονται υπόψη καθώς και οι παραδοχές που γίνονται.

1.2 Ιδιαιτερότητες – Παραδοχές

1.2.1 Κατηγορίες επιβατών

Βασικές κατηγορίες επιβατών (de Neufville and Odoni, 2003) είναι:

- Επιβάτες εσωτερικού ή εντός Schengen που δεν απαιτούν τελωνειακούς ή διαβατηριακούς ελέγχους.
- Επιβάτες εξωτερικού που υπόκεινται σε κάποιους ή όλους τους παραπάνω ελέγχους.
- Επιβάτες που ταξιδεύουν για επαγγελματικούς λόγους (μέλη συνήθως διαφόρων προγραμμάτων τακτικών επιβατών) περισσότερο εξοικειωμένους με τις διαδικασίες, με λίγες αποσκευές, αλλά με απαίτηση για ποιοτικές υπηρεσίες.

- Group και μεμονωμένοι επιβάτες, συχνά σε οικογένειες με πολλές αποσκευές, charter αεροπορικών εταιριών, με απαίτηση για οικονομικές υπηρεσίες.
- Transfer επιβάτες.

Στα ελληνικά περιφερειακά αεροδρόμια η επιβατική κίνηση αποτελείται εκτός καλοκαιριού πρακτικά μόνο από την πρώτη κατηγορία.

Το καλοκαίρι τόσο από την πρώτη όσο και την τέταρτη κατηγορία, με τους επιβάτες charter πτήσεων όμως να κυριαρχούν ξεκάθαρα. Για το 2010 για παράδειγμα στη Ζάκυνθο οι αφίξεις charter επιβατών μόνο από Ιούνιο έως Αύγουστο (278.934) αποτέλεσαν το 64% των συνολικών αφίξεων ολόκληρου του έτους (433.934) ενώ ήταν 20πλάσιες των αφίξεων εσωτερικού ολόκληρης της χρονιάς (13.650).

Η τελευταία κατηγορία είναι αμελητέα στη διάρκεια ολόκληρου του έτους.

1.2.2 Κτιριακές υποδομές

Η πλειονότητα των ελληνικών περιφερειακών αεροδρομίων κατασκευάστηκε την περίοδο μετά τον πόλεμο μέχρι τα τέλη της δεκαετίας 1970 – 1980. Οι επιβατικοί τους σταθμοί σχεδιάστηκαν αντίστοιχα για τις τότε ανάγκες σύνδεσης με την υπόλοιπη Ελλάδα. (Δεν ισχύει το ίδιο κατ' ανάγκη και για τους διαδρόμους και τροχοδρόμους τους, που κατά περιπτώσεις υπερκαλύπτουν αυτές τις απαιτήσεις λόγω της μικτής, πολιτικής – στρατιωτικής, χρήσης τους.)

Η εξυπηρέτηση απ' ευθείας διεθνών πτήσεων δεν λήφθηκε υπόψη στο σχεδιασμό, κάτι που γίνεται κατανοητό αν αναλογιστούμε ότι σημαντικότερα κριτήρια υπήρξαν, εκτός από την προαναφερθείσα σύνδεση με την υπόλοιπη χώρα, η κοινωνική (π.χ. επείγουσες αερομεταφορές) και στρατιωτική διάσταση της ύπαρξής τους. Το γεγονός ότι η κατασκευή τους έπρεπε να χρηματοδοτηθεί εξ' ολοκλήρου από τον κρατικό προϋπολογισμό δικαιολογεί τις αρχικά στοιχειώδεις υποδομές τους καθώς επίσης τη σταδιακή κάλυψη των ελλείψεων και τις διαδοχικές επεκτάσεις.

1.2.3 Επιβατική κίνηση

Το υπόλοιπο, πλην καλοκαιριού, έτους τα περιφερειακά αεροδρόμια εξυπηρετούν όπως προαναφέρθηκε ικανοποιητικά τη ζήτηση που υπάρχει. Η κίνηση χαρακτηρίζεται αυτήν την περίοδο από πτήσεις εσωτερικού¹ με μικρής χωρητικότητας αεροσκάφη² και αραιά δρομολόγια.

Το καλοκαίρι η κίνηση εκτός από πολλαπλάσια, εμφανίζει και διαφορετικά χαρακτηριστικά με σημαντικότερο τις έντονες αιχμές. Οι αιχμές παρουσιάζονται σε περίοδο εβδομάδας ανά ημέρα, όσο και σε περίοδο ημέρας ανά ώρα. Επιπλέον χρησιμοποιούνται αεροσκάφη 200 – 250 θέσεων με πολύ μεγάλες πληρότητες και διαφοροποιούνται αισθητά οι τρόποι μετάβασης των επιβατών στο

¹ Τα τελευταία δυο κυρίως χρόνια έχουν προστεθεί και προγραμματισμένες πτήσεις εξωτερικού όλο το χρόνο, αλλά αφορούν εντός Schengen προορισμούς και χαμηλές (~2-3 εβδομαδιαίως) συχνότητες, μην επηρεάζοντας έτσι τα χαρακτηριστικά της κίνησης.

²

αεροδρόμιο και κυρίως το χρονικό διάστημα από την άφιξή τους μέχρι την αναχώρηση της πτήσης. Επίσης, προστίθενται ο διαβατηριακός και ενίοτε τελωνειακός έλεγχος για τους εκτός Schengen προορισμών επιβάτες.

Οι ιδιαιτερότητες αυτές της καλοκαιρινής ζήτησης θα ληφθούν υπόψη στην εξέταση της ικανότητας εξυπηρέτησης και αντίστοιχα στα προτεινόμενα μέτρα ότι αυτά θα φανούν χρήσιμα μόνο για περιορισμένο διάστημα του έτους.

1.2.4 Μεθοδολογία σχεδιασμού / υπολογισμού

Στις παραπάνω ιδιαιτερότητες προστίθεται το γεγονός ότι ο σχεδιασμός και η διαστασιολόγηση των κτιρίων επιβατών στην Ελλάδα βασίζεται στους κανονισμούς και τις μεθόδους που προτείνονται σε διεθνές επίπεδο από τους FAA, IATA και ICAO. Οι μέθοδοι αυτοί είναι προσανατολισμένες στο – και έχουν βασιστεί στην εμπειρία από το – σχεδιασμό μεγάλων αεροδρομίων με σημαντική τακτική κίνηση, συνεχούς ροής και συγκεκριμένα χαρακτηριστικά χρηστών, δεν λαμβάνουν άρα υπόψη τους τις ιδιομορφίες που αναφέρθηκαν πριν.

Σύμφωνα με τις διεθνείς συστάσεις δεν υφίσταται μια μοναδική μέθοδος υπολογισμού, αλλά προτείνεται η Υπηρεσία πολιτικής αεροπορίας κάθε κράτους, σε συνεργασία με τους εμπλεκόμενους φορείς, να καθορίσει την πλέον κατάλληλη μέθοδο υπολογισμού της χωρητικότητας και τα κριτήρια προσδιορισμού του επιπέδου εξυπηρέτησης. Στην Ελλάδα το πρόβλημα εντείνεται από την έλλειψη μιας καθιερωμένης και κοινά αποδεκτής μεθοδολογίας σχεδιασμού.

Ένα παράδοξο που συναντάται σε αρκετά περιφερειακά αεροδρόμια και δεν εμπίπτει σε μια μόνο από τις προηγούμενες κατηγορίες αφορά στην προσαρμογή τους στις απαιτήσεις της συνθήκης Schengen. Πριν την εφαρμογή της συνθήκης οι αίθουσες αναχώρησης διακρίνονταν σε εσωτερικού και εξωτερικού, με αυτή του εξωτερικού να είναι αρκετά μεγαλύτερη (λόγω των αρκετά μεγαλύτερης χωρητικότητας αεροσκαφών που χρησιμοποιούνταν σε πτήσεις εξωτερικού σε σχέση με τις εσωτερικού καθώς και των αρκετών ωρών προ της πτήσης που οι επιβάτες της έφταναν στο αεροδρόμιο). Ο διαβατηριακός έλεγχος επιπλέον βρισκόταν προ της αίθουσας εξωτερικού.

Το απλούστερο (από άποψη σχεδιασμού και μετατροπών) με την εφαρμογή της συνθήκης Schengen ήταν να αποδοθεί στις εκτός Schengen πτήσεις η αίθουσα εξωτερικού και στις εντός Schengen η αίθουσα εσωτερικού. Αυτό αγνοούσε το γεγονός ότι πλέον η εντός Schengen κίνηση αποτελούσε τη μεγαλύτερη επιβατική ροή, αλλά και ότι ο λόγος της προς την εκτός Schengen κίνηση θα έτεινε να αυξηθεί με την προσθήκη και άλλων χωρών στα μέλη της συνθήκης.

Το γεγονός αυτό αποτελεί αφενός συνέπεια των ιδιαιτεροτήτων της ζήτησης και της περιορισμένης χρηματοδότησης, καταδεικνύει αφετέρου τα αρνητικά αποτελέσματα της έλλειψης πρόβλεψης προσαρμοστικότητας στο σχεδιασμό¹. Αναλυτικότερα όμως θα εξετάσουμε τη χωροθέτηση των ελέγχων και τη διαμόρφωση των αιθουσών στο κεφάλαιο των αεροδρομίων εφαρμογής.

¹ Δεν μπορεί προφανώς να γίνει λόγος για «κακό» σχεδιασμό, παρά για συνέπεια των κριτηρίων που ίσχυαν την περίοδο κατασκευής των αεροδρομίων, όπως αναφέρθηκαν στην παράγραφο «Κτιριακές υποδομές».

2 Μοντέλα των λειτουργιών ενός αεροδρομίου

Η ανάπτυξη μοντέλων των λειτουργιών ενός αεροδρομίου υπήρξε πιθανότατα η πρώτη εφαρμογή μοντελοποίησης με χρήση υπολογιστή στον τομέα των μεταφορών, με τα πρώτα βήματα να γίνονται στο τέλος της δεκαετίας του 1950 (de Neufville and Odoni, 2003). Μέχρι σήμερα ένας μεγάλος αριθμός μοντέλων έχει αναπτυχθεί, με τις δυνατότητές τους να έχουν διευρυνθεί εντυπωσιακά, όπως είναι αναμενόμενο, τα τελευταία χρόνια.

2.1 Ταξινόμηση μοντέλων

Τα μοντέλα ταξινομούνται κυρίως με βάση τρεις ιδιότητές τους: βαθμό λεπτομέρειας, μεθοδολογία, κάλυψη.

2.1.1 Βαθμός λεπτομέρειας

Μακροσκοπικά	Μικροσκοπικά
Χαμηλός βαθμός αναπαράστασης της λειτουργίας.	Υψηλός βαθμός αναπαράστασης της λειτουργίας.
Χρήσιμα σε ανάλυση πολιτικής, ανάπτυξη στρατηγικών, προσεγγιστική ανάλυση ροών.	Στοχεύουν σε μια σημαντικά πιστή αναπαράσταση των διαφόρων διαδικασιών.
Αγνοούν αρκετές λεπτομέρειες. Προβλέπουν τη συγκέντρωση επιβατών ή αεροσκαφών όσο περιμένουν να εξυπηρετηθούν.	Αναπαριστούν αεροσκάφη, επιβάτες ή αποσκευές σε επίπεδο μονάδας ή σε ομάδες λίγων μελών.
Προβλέπουν τη συνολική κίνηση των μονάδων αυτών στο χρόνο. Δεν ενδιαφέρονται για τον ακριβή τρόπο διαχείρισης των ροών ή για το τι συμβαίνει σε κάποιο μεμονωμένο αεροσκάφος, επιβάτη ή αποσκευή.	Μετακινούν τις μονάδες αυτές στα διάφορα στοιχεία του airside ή του landside λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά επίδοσης κάθε αεροσκάφους ή τις ιδιότητες κάθε επιβάτη ή αποσκευής.
Είναι στην ιδανική περίπτωση γρήγορα τόσο στην προετοιμασία των δεδομένων εισόδου, όσο και στην εκτέλεση, ώστε να είναι δυνατή η εξέταση αρκετών εναλλακτικών.	Λαμβάνουν υπόψη και επιχειρησιακές λεπτομέρειες όπως επιλογή τροχοδρόμου, πύλης, χειρισμούς pushback, συμπεριφορά σε ουρές κ.α. Απαιτούν όμως τον αντίστοιχα μεγάλο όγκο δεδομένων και στερούνται ευελιξίας.

2.1.2 Μεθοδολογία

Αναλυτικά (ή Μαθηματικά)	Προσομοίωση
Απλοποιημένη μαθηματική αναπαράσταση των λειτουργιών του αεροδρομίου.	Δημιουργούν αντικείμενα (αεροσκάφη, επιβάτες, αποσκευές) και το μετακινούν ανάμεσα στα τμήματα του αεροδρομίου που εξετάζει το μοντέλο.
Αποτελούνται από σύνολο (απλών ή σύνθετων) εξισώσεων.	Εξετάζοντας τη ροή των αντικειμένων αυτών «κατάντη» συγκεκριμένων σημείων (π.χ. check-in counter, έλεγχος ασφαλείας) και το χρόνο που απαιτείται μεταξύ των σημείων αυτών υπολογίζουν τα απαιτούμενα μέτρα επίδοσης και επιπέδου εξυπηρέτησης.
Υπολογίζουν εκτιμήσεις των ποσοτήτων που ενδιαφέρουν – συνήθως μέτρα της επίδοσης, όπως χωρητικότητα ή καθυστερήσεις.	

Υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ μεθοδολογίας και βαθμού λεπτομέρειας. Τα αναλυτικά μοντέλα τείνουν να είναι κυρίως μακροσκοπικά – πρακτικά όλα τα μικροσκοπικά μοντέλα είναι προσομοιώσεις.

Τα μοντέλα (τόσο αναλυτικά όσο και προσομοιώσεις) ταξινομούνται περαιτέρω σε:

- Δυναμικά ή Στατικά
- Στοχαστικά (Προσομοιώσεις Monte Carlo) ή Προσδιοριστικά

2.2 Μοντέλα της λειτουργίας των κτιρίων επιβατών

2.2.1 Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως υφίσταται ήδη ένας σημαντικός αριθμός μοντέλων (τόσο για το airside, όσο και landside). Ωστόσο αυτό δεν περιορίζει την ανάγκη για ανάπτυξη καινούργιων ή τη σημαντική τροποποίηση υπαρχόντων, καθώς η εμπειρία ακόμα και με τα πιο εξελιγμένα και καθιερωμένα μοντέλα αναδεικνύει αδυναμίες τους όταν χρησιμοποιούνται για σκοπούς που δεν προβλέπονταν από τους σχεδιαστές τους (RED Scientific Limited, 2000).

Η πλειοψηφία των μοντέλων της λειτουργίας των κτιρίων επιβατών είναι πράγματι προσομοιώσεις. Ωστόσο ο τομέας των αναλογικών μοντέλων εξακολουθεί να παρουσιάζει ενδιαφέρον καθώς:

- Μόνο λίγα αναλογικά, χαμηλού βαθμού λεπτομέρειας μοντέλα είναι διαθέσιμα για κτίρια επιβατών, κυρίως λόγω της πολυπλοκότητας των διαδικασιών και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους.
- Τα λίγα μοντέλα που υπάρχουν είναι πρόσφατα και δεν έχει αποκτηθεί σημαντική εμπειρία με τη χρήση τους.

- Δεν υφίστανται κυρίαρχα μοντέλα της λειτουργίας των κτιρίων επιβατών (απουσία κυβερνητικών χρηματοδοτήσεων σε σχέση με τα μοντέλα για το airside).
- Η αγορά των μοντέλων κτιρίων επιβατών είναι πιο ανταγωνιστική και δυναμική, κατ' επέκταση πιο καινοτόμα. Τα μοντέλα κτιρίων επιβατών συνήθως χρησιμοποιούνται από τους δημιουργούς τους για την παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών σε ενδιαφερόμενους και σπανιότερα πωλούνται στους τελευταίους ως αυτοτελές προϊόν (RED Scientific Limited, 2000). Έτσι τα μοντέλα αυτά βρίσκονται συνήθως σε μια διαδικασία συνεχούς εξέλιξης.
- Είναι δύσκολο να αναπτυχθεί ένα "standard" μοντέλο προσομοίωσης που να μπορεί να προσαρμοσθεί σε οποιαδήποτε αεροδρόμιο. Η ανάπτυξη κάθε μοντελοποίησης γίνεται λίγο ή πολύ «από λευκό χαρτί»

Τα τρία τελευταία σημεία προφανώς δεν αφορούν μόνο στον τομέα των αναλογικών μοντέλων, αλλά στη συνολική αγορά μοντέλων κτιρίων επιβατών. Το κυριότερο όμως είναι ότι τα μοντέλα προσομοίωσης δεν ενδείκνυνται για τα στάδια σχεδιασμού που απαιτούνται προσεγγιστικές μόνο απαντήσεις και εξέταση ενός μεγάλου εύρους υποθέσεων και μελλοντικών σεναρίων (Andreatta, 1999).

2.2.2 Εξέλιξη μοντέλων

Μπορεί ο όρος μοντέλο (στο αντικείμενο του σχεδιασμού αεροδρομίων) σήμερα να παραπέμπει σε ένα πρόγραμμα υπολογιστή, ωστόσο μοντέλο είναι κάθε συμβολική απεικόνιση με σκοπό την περιγραφή της υφιστάμενης και επιθυμητής κατάστασης, τη διαμόρφωση και αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων (Παναγιωτακόπουλος, 2008).

Έτσι, ακόμα και οι άλλοι δυο τρόποι της ανάλυσης της ροής επιβατών και αποσκευών (Τσαγκάλη, 2006) σε ένα κτίριο επιβατών αεροδρομίου, η εφαρμογή της θεωρίας των ουρών και η μέθοδος των αθροιστικών καμπυλών μπορούν να θεωρηθούν μοντέλα.

Η θεωρία των ουρών κυριάρχησε αρχικά (Kleinschmidt, 2011) στα μοντέλα των λειτουργιών των κτιρίων επιβατών αεροδρομίων, καθώς η ροή των επιβατών μέσα στο κτίριο περιλαμβάνει σημεία υποχρεωτικής διέλευσης (check-in, έλεγχος ασφαλείας, διαβατηριακός και τελωνιακός έλεγχος, επιβίβαση). Πρωτοπόρος στον τομέα αυτόν υπήρξε ο Lee (1966) ο οποίος εφάρμοσε την ουρά $M/M/n$ στη διαδικασία του check-in, ουρά με κατανομή άφιξης Poisson, εκθετική κατανομή του χρόνου εξυπηρέτησης και n θέσεις εξυπηρέτησης.

Σήμερα η εφαρμογή της θεωρίας των ουρών δεν θεωρείται ιδανική, καθώς αφενός τα κτίρια αεροδρομίων δεν εξασφαλίζουν τις σταθερές συνθήκες που θα επέτρεπαν την ανάλυση (Τσαγκάλη, 2006) και αφετέρου επιτρέπει τον υπολογισμό της καθυστέρησης σε μια συγκεκριμένη εγκατάσταση, αλλά όχι του συνολικού χρόνου από την είσοδο στο κτίριο μέχρι την επιβίβαση (Kleinschmidt, 2011). Υπάρχει ωστόσο και το πρόσφατο παράδειγμα της εφαρμογής της στη σύγχρονη διαδικασία του ελέγχου ασφαλείας (Regattieri, Gamberini, Lolli, and Manzini 2010).

2.2.3 Υφιστάμενα μοντέλα – εφαρμογές αυτών

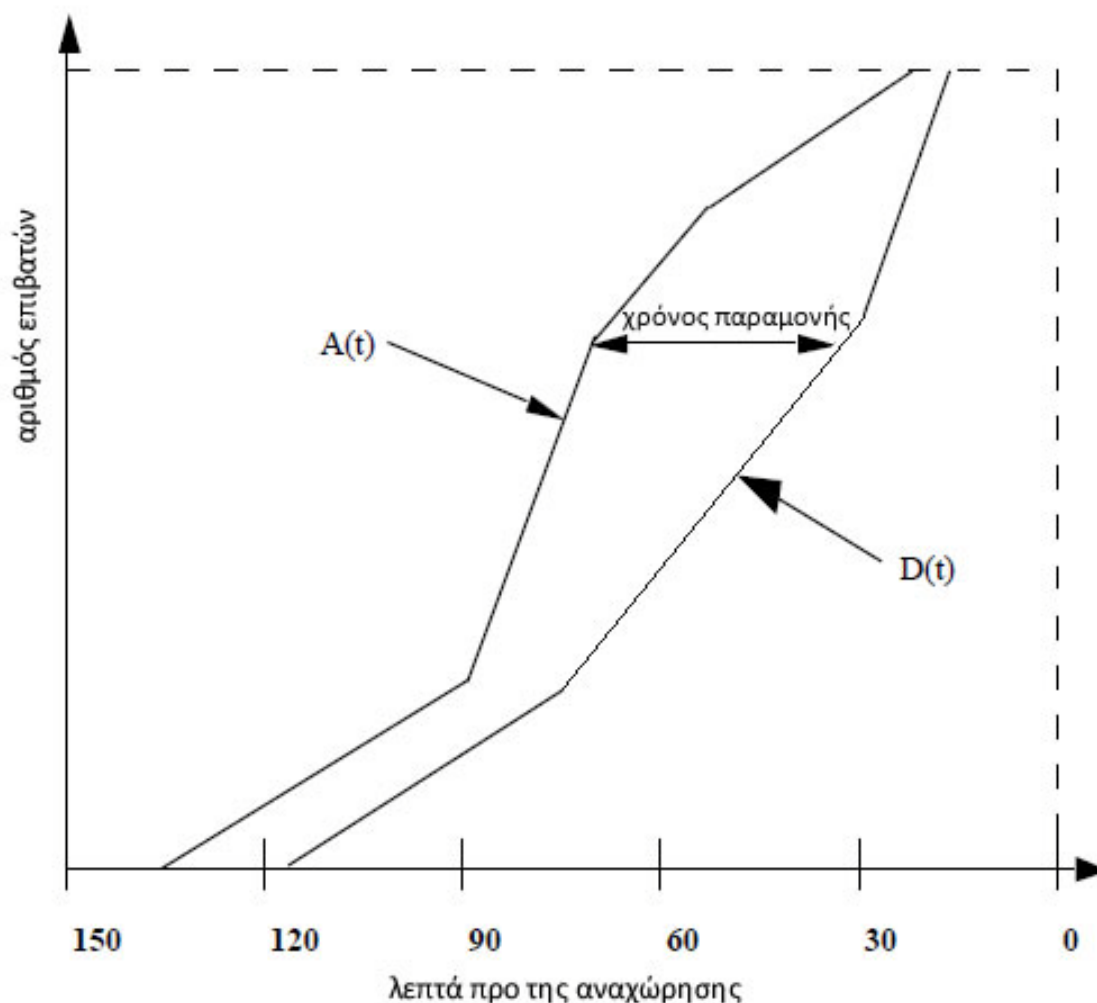
2.2.3.1 SLAM

Τυπικό παράδειγμα αναλογικού μοντέλου αποτελεί το SLAM (Simple Landside Aggregate Model). Υπήρξε αποτέλεσμα μιας ερευνητικής προσπάθειας που ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 1996 με σκοπό τη δημιουργία πολύ γρήγορων, ευέλικτων και εύχρηστων μοντέλων, κατάλληλων για το στάδιο του στρατηγικού σχεδιασμού (Andreatta, 1999). Εφαρμόσθηκε πρώτη φορά στα κτίρια επιβατών των αεροδρομίων του Μιλάνου (Linate και Malpensa).

Το SLAM αποτελείται από ένα δίκτυο modules, ένα για κάθε εγκατάσταση του κτιρίου, τα οποία βασίζονται σε ένα σύνολο σχετικά απλών μαθηματικών εκφράσεων. Για τον προσδιορισμό του επιπέδου εξυπηρέτησης χρησιμοποιείται μια απλή σχέση για τον υπολογισμό αρχικά του δείκτη εξυπηρέτησης (Index Of Service, IOS): $IOS = Area / (AP * ADT)$. Η διαθέσιμη επιφάνεια διαιρείται με το γινόμενο του αριθμού των αφικνούμενων στην εγκατάσταση επιβατών στην ώρα αιχμής (AP) με το μέσο χρόνο παραμονής ενός επιβάτη στην εγκατάσταση (ADT). Το αποτέλεσμα συγκρίνεται με τα επιθυμητές προδιαγραφές για τη διαθέσιμη επιφάνεια ανά επιβάτη (π.χ. της IATA) και προσδιορίζεται έτσι το επίπεδο εξυπηρέτησης.

Απλές και γρήγορες μεθόδους εφαρμόζει το πρόγραμμα και για τον υπολογισμό του χρόνου παραμονής (της μέσης τιμής του και της κατανομής του). Υφίστανται δυο διαφορετικές προσεγγίσεις για τον προσδιορισμό του μέσου χρόνου αναμονής, μια που βασίζεται στις θεωρίες ουρών και η ακόλουθη, που χρησιμοποιείται όταν τα δυναμικά φαινόμενα δεν μπορούν να αγνοηθούν:

- Για κάθε πτήση προσδιορίζεται η κατανομή άφιξης των επιβατών στην εγκατάσταση (για το παράδειγμα εδώ στο check-in). Αυτή είτε αποτελεί δεδομένο εισόδου (άφιξη στο κτίριο) είτε προκύπτει από τα αποτελέσματα της προηγούμενης εγκατάστασης.
- Η κατανομή των επιβατών που έχουν εξυπηρετηθεί από την εγκατάσταση προκύπτει από τον αριθμό σημείων εξυπηρέτησης σε λειτουργία και το μέσο χρόνο εξυπηρέτησης.
- Θεωρούνται οι $A(t)$ και $D(t)$, οι αθροιστικές κατανομές των επιβατών που έχουν αφιχθεί και εξυπηρετηθεί αντίστοιχα στην εγκατάσταση μέχρι το χρόνο t , οι οποίες προφανώς είναι μη φθίνουσες συναρτήσεις.
- Οι κατανομές άφιξης και εξυπηρέτησης μπορούν να προσεγγισθούν με τμηματικά γραμμικές συναρτήσεις. Το ίδιο θα ισχύει και για το άθροισμα των κατανομών άφιξης επιβατών σε ένα counter ή ομάδα counter. Έτσι και οι $A(t)$ και $D(t)$ μπορούν να προσεγγισθούν από τμηματικά γραμμικές συναρτήσεις.
- Έτσι για το n -οστό επιβάτη που εισέρχεται στην εγκατάσταση, ο χρόνος παραμονής στην εγκατάσταση μπορεί να υπολογισθεί ως $DT(n) = A^{-1}(n) - D^{-1}(n)$, με την παραδοχή βέβαια μιας First In First Out πολιτικής εξυπηρέτησης.



Πηγή: προσαρμογή από Brunetta et al., 1999

Τα δεδομένα εισόδου είναι σε μορφή πινάκων και αποτελούνται από:

- Το πρόγραμμα πτήσεων
- Τη φυσική διαμόρφωση του κτιρίου
- Την πολιτική διαχείρισης (σημεία εξυπηρέτησης, χρόνοι εξυπηρέτησης κ.α.)

Τα αποτελέσματα δίδονται σε δυο τύπων αρχεία:

- Ένα αρχείο κειμένου για κάθε εγκατάσταση που εξετάζεται
- Ένα αρχείο γραφημάτων, με γραφικές παραστάσεις των ακόλουθων: αθροιστικής κατανομής επιβατών που έχουν εξυπηρετηθεί, επιβατών σε αναμονή, επιβατών σε ουρά ανά counter, αριθμό counters σε λειτουργία μαζί με τους επιβάτες σε ουρά ανά counter, αριθμό counters σε λειτουργία και εκτιμώμενου χρόνου αναμονής, ιδανικής διαχείρισης του δυναμικού της εγκατάστασης για την επίτευξη του επιθυμητού επιπέδου εξυπηρέτησης.

Και στους δυο τύπους αρχείων δίδεται επίσης ένας συνοπτικός πίνακας με το επίπεδο εξυπηρέτησης κάθε εγκατάστασης. Οι εγκαταστάσεις που εξετάζει το πρόγραμμα είναι οι

ακόλουθες: αίθουσα αναχωρήσεων, έκδοση εισιτηρίων, check-in, έλεγχος ασφαλείας, διαβατηριακός έλεγχος, ροές μέσα στο κτίριο, αίθουσες αναμονής των πυλών, παραλαβή αποσκευών, τελωνεία, αίθουσα αφίξεων.

Το SLAM αναπτύχθηκε με την πρόθεση να είναι ένα απλό πρόγραμμα με χαμηλές απαιτήσεις σε δεδομένα. Αποτελείται από μια επιφάνεια χρήσης, αποκαλούμενη SLAM-Workbench, με σκοπό την ευκολότερη εισαγωγή των δεδομένων, ανεπτυγμένη σε JAVA και τη «μηχανή» επίλυσης (SLAM-Solver) ανεπτυγμένης σε ANSI C.

Στην αρχική του μορφή το SLAM δεν εξέταζε το σύστημα διαχείρισης αποσκευών και αποτέλεσε μέρος του μοντέλου TAPE (Total Airport Performance Evaluation). Αργότερα παρουσιάστηκε μια επεκταμένη έκδοχή του μοντέλου που συμπεριελάμβανε το σύστημα διαχείρισης αποσκευών και ενσωματώθηκε στην πλατφόρμα OPAL (Optimization Platform for Airports including Landside). Μέσω αυτής το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε και στο διεθνές αεροδρόμιο των Αθηνών και εξετάστηκαν τρία διαφορετικά σενάρια λειτουργίας.

2.2.3.2 CONOPER

Το CONOPER (Sistema para el Control de las Operaciones Aeroportuarias = Σύστημα για τον έλεγχο των λειτουργιών αεροδρομίου) αποτελεί ένα εργαλείο που αναπτύχθηκε από την AENA, την ισπανική υπηρεσία πολιτικής αεροπορίας.

Δεν αποτελεί μοντέλο της λειτουργίας του κτιρίου επιβατών ενός αεροδρομίου, ωστόσο αναφέρεται εδώ επειδή ανάμεσα σε άλλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σχεδιασμό της διαχείρισης δυναμικού του κτιρίου, όπως μάντων αποσκευών, πυλών επιβίβασης, αλλά και στη διαχείριση αλλαγών του προγράμματος πτήσεων.

Το CONOPER ακριβέστερα διατυπωμένο αποτελεί μια εφαρμογή σύνδεσης των μοντέλων του landside και του airside, τροφοδοτώντας τα μεν για το landside με την on-block time και το stand που αποδίδεται (άρα και την πύλη που θα χρησιμοποιηθεί) και τα δε του airside με το «παράθυρο» για την off-block time βασισμένο στο επίκαιρο πρόγραμμα των πτήσεων.

Το CONOPER είναι προσαρμοσμένο για τη συνεργασία και με τα υπόλοιπα προγράμματα της AENA (GESLOT, SACTA, SADAMA κ.α.) και στα πλαίσια του προγράμματος LEONARDO ενσωματώθηκε σε μια πλατφόρμα προγραμμάτων για τη συνολική διαχείριση των λειτουργιών ενός αεροδρομίου, που εφαρμόστηκε στο αεροδρόμιο Barajas της Μαδρίτης και Charles de Gaulle του Παρισιού.

2.2.3.3 GATESIM

Το GATESIM (Gate Assignment Simulation) αποτελεί ένα πρόγραμμα προσομοίωσης Monte Carlo που αναπτύχθηκε από την εταιρεία συμβούλων Flight Transportation Associates, Inc. (FTA). Προνομιακό πεδίο εφαρμογής του είναι η προσομοίωση της διαδικασίας απόδοσης πυλών σε αεροσκάφη, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τον εντοπισμό προβληματικών σημείων και ανεπαρκειών στο κτίριο επιβατών και χώρων με περίσσια χωρητικότητας.

Το πρόγραμμα:

- Μπορεί να χρησιμοποιήσει για δεδομένα εισόδου ένα πραγματικό πρόγραμμα πτήσεων ή διαφορετικές προβλέψεις αυτού.
- Χρησιμοποιεί στοχαστικές μεταβλητές για την απόδοση του χρόνου turnaround για τις διάφορες κατηγορίες αεροσκαφών.
- Χρησιμοποιώντας τη διαμόρφωση του κτιρίου, αλλά και του πεδίου ελιγμών και χαρακτηριστικά των πυλών δημιουργεί ένα πρόγραμμα χρήσης των πυλών.
- Εφαρμόστηκε στο αεροδρόμιο Logan της Βοστώνης στα πλαίσια του σχεδίου Beyond Logan 2000.
- Είναι ανεπτυγμένο σε C++.

2.2.3.4 OPTAS – SD Model

Το SD Model αναπτύχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος OPTAS (Optimisation of Airport Systems) της Γενικής Διεύθυνσης Μεταφορών (σήμερα Κινητικότητας και Μεταφορών) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το διάστημα 1997 έως 1999. Όπως θα φανεί και στη συνέχεια η ανάπτυξη του μοντέλου δεν ήταν ο μόνος, ούτε κυριότερος στόχος του προγράμματος. Προέκυψαν από αυτό ενδιαφέροντα συμπεράσματα που αφορούν στη γενικότερη χρήση των μοντέλων, τα οποία αξίζει να αναφερθούν πριν την περιγραφή του μοντέλου.

Στόχοι του προγράμματος υπήρξαν:

- Η χρήση και αξιολόγηση μιας πλατφόρμας εργαλείων προσομοίωσης για το airside και το landside για την εξέταση διαφόρων υποθέσεων εργασίας για την επιρροή στη χωρητικότητα μιας σειράς αλλαγών που θα εφαρμόζονταν τα επόμενα (τότε) επτά έως δέκα χρόνια στα ευρωπαϊκά αεροδρόμια.
- Η αξιολόγηση της εφαρμοσιμότητας της συστημικής δυναμικής στην ανάπτυξη ενός γρήγορου και υψηλού βαθμού λεπτομέρειας μοντέλου (το SD Model) που να ενσωματώνει το airside και το landside ενός αεροδρομίου.

Επελέγησαν εννέα ευρωπαϊκά αεροδρόμια:

- Άμστερνταμ - Schiphol (AMS)
- Βρυξέλλες (BRU)
- Düsseldorf (DUS)
- Φρανκφούρτη (FRA)
- Λονδίνο - Heathrow (LHR)
- Μαδρίτη - Barajas (MAD)
- Πάλμα ντε Μαγιόρκα (PMI)
- Παρίσι - Charles de Gaulle (CDG)
- Βιέννη (VIE)

Από αυτά συνελέγησαν δεδομένα που αφορούσαν ανάμεσα στα άλλα στη χρήση εργαλείων προσομοίωσης. Συμπέρασμα υπήρξε πως παρότι σε όλα υπήρχε εκτίμηση των ωφελειών της χρήσης τέτοιων εργαλείων, ο βαθμός χρησιμοποίησής τους διαφοροποιούνταν αρκετά. Επίσης, διαφοροποίηση υπήρχε στο εάν η εφαρμογή τους γινόταν από στελέχη του αεροδρομίου ή από εξωτερικές εταιρίες συμβούλων.

Σε επόμενο βήμα καταγράφηκαν τα διαθέσιμα μοντέλα των λειτουργιών αεροδρομίων και σε συνεργασία με τα παραπάνω αεροδρόμια αφενός επιχειρήθηκε η αναζήτηση των καταλληλότερων για την εξέταση των επιπτώσεων μελλοντικών αλλαγών όπως αναφέρθηκε στην αρχή, αφετέρου αξιολογήθηκε η εφαρμοσιμότητά τους στη μοντελοποίηση της λειτουργίας κυρίων ευρωπαϊκών αεροδρομίων. Στον τομέα του landside επελέγησαν τα προγράμματα Paxport, ARTS (AiRport Terminal Simulation) και SLAM.

Εξετάστηκε στη συνέχεια η δυνατότητα ενσωμάτωσης των προγραμμάτων που επελέγησαν για το airside και το landside σε επίπεδο λογισμικού, αλλά αυτό αποδείχθηκε ασύμφορο καθότι:

- Επρόκειτο για εμπορικά προϊόντα διαφορετικών παρόχων κι αρκετά εμπόδια θα έπρεπε να υπερβληθούν αν εξηγήτω η απαιτούμενη προσαρμογή από τους ίδιους.
- Εκτιμήθηκε πως δεν ήταν τεχνικά πραγματοποιήσιμη στα οικονομικά και χρονικά πλαίσια του προγράμματος η ανάπτυξη μιας μετωπιαίου άκρου εφαρμογής που να καλεί τα διάφορα εργαλεία και να μεταφέρει δεδομένα μεταξύ τους.
- Δεν ήταν δυνατό για λόγους εμπορικής εμπιστευτικότητας να γίνει χρήση των αποτελεσμάτων ενός άλλου, επίσης από τη Γ.Δ. Μεταφορών χρηματοδοτημένου, προγράμματος, του TAPE, το οποίο είχε μεταξύ άλλων εξετάσει τις τεχνικές προκλήσεις μιας τέτοιας ενσωμάτωσης.

2.2.3.5 AIRLAB (AIRport LABoratory)

Το AIRLAB αποτελεί ένα μοντέλο προσομοίωσης διακριτών γεγονότων των ενεργειών και των αποφάσεων των επιβατών στο κτίριο του αεροδρομίου, καθώς και των αποσκευών τους.

Αναπτύχθηκε το διάστημα 1998 – 1999 και αποτελεί προϊόν των ερευνητών που ανέπτυξαν και το SLAM· σύμφωνα με τους ίδιους αποτελούν δυο μοντέλα που καλύπτουν διαφορετικές ανάγκες του ιδίου αντικειμένου και μπορούν να θεωρηθούν αλληλοσυμπληρούμενα (Brunetta, 2001).

Κύριος στόχος της ανάπτυξης του AIRLAB υπήρξε η ανάπτυξη ενός προγράμματος σε μια χαμηλού κόστους και ευέλικτη βάση, που να αντιπαρέχεται συνηθισμένα μειονεκτήματα τότε υπαρχόντων λύσεων, όπως μεγάλες απαιτήσεις δεδομένων και έλλειψη ευελιξίας. Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του είναι:

- Συγκροτείται, όπως και το SLAM, από ένα δίκτυο modules, ένα για κάθε εγκατάσταση του κτιρίου.
- Δεν αναπτύχθηκε για κάποιο συγκεκριμένο αεροδρόμιο· με την κατάλληλη ρύθμιση των παραμέτρων μπορεί να προσαρμοσθεί σε οποιαδήποτε διαρρύθμιση, ακόμα και σε αεροδρόμια με πολλαπλά κτίρια επιβατών.
- Η διαμόρφωση του κτιρίου προκύπτει από τον καθορισμό της θέσης και της επιφάνειας των διαφόρων εγκαταστάσεων· ο χρήστης δεν χρειάζεται να καθορίσει τους διάφορους τρόπους σύνδεσής τους, καθώς αυτοί προκύπτουν από τον καθορισμό των μοντέλων συμπεριφοράς.
- Επιτυγχάνει την ευέλικτη ενσωμάτωση μοντέλων συμπεριφοράς, τόσο του τρόπου επιλογής διαδρομής μέσα στο κτίριο των επιβατών, όσο και του τρόπου λήψης αποφάσεων που αφορούν στη λειτουργία των διαφόρων εγκαταστάσεων. Αναπαρίσταται αρκετά ρεαλιστικά η δυναμική συμπεριφορά των επιβατών.

- Η ρεαλιστική αυτή απεικόνιση υποστηρίζεται σε σημαντικό βαθμό από την αναπαράσταση του πίνακα αναχωρήσεων και των ανακοινώσεων στο κτίριο.
- Είναι επεκτάσιμο σε ότι αφορά στην ενσωμάτωση επιπλέον μοντέλων συμπεριφοράς και πρακτικών λειτουργίας και ευέλικτο ώστε να επιτρέπει την συνύπαρξη πολλαπλών, εν μέρει και αντικρουόμενων, πρακτικών λειτουργίας.
- Είναι ανεπτυγμένο στη Simscript II.5.

Τα δεδομένα εισόδου χωρίζονται (Brunetta, 2001) σε τέσσερις κατηγορίες:

- Γενικοί παράμετροι, που αφορούν σε χαρακτηριστικά της κίνησης επιβατών και αποσκευών (χρόνοι, ταχύτητες, καθυστερήσεις, κ.α.).
- Δεδομένα εγκαταστάσεων, που αφορούν στα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους (θέση, επιφάνεια, χρόνοι, αριθμός σημείων εξυπηρέτησης, κ.α.).
- Πρόγραμμα πτήσεων και χαρακτηριστικά αυτών.
- Μετακίνηση επιβατών, περιλαμβάνοντας τις πορείες αυτών μεταξύ των εγκαταστάσεων καθώς και τις σχετικές δυνατές αποφάσεις.

Τα αποτελέσματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Διαδικασίες εγκαταστάσεων, που καταγράφουν πληροφορίες που αφορούν σε μήκος ουρών, χρόνους αναμονής και χρόνους εξυπηρέτησης.
- Χώροι αναμονής, με πληροφορίες για τον αριθμό επιβατών που αναμένουν σε αυτούς, τους χρόνους παραμονής, την πληρότητα και το επίπεδο εξυπηρέτησης.
- Επιβάτες, με πληροφορίες για την κατανομή του χρόνου τους μέσα στο κτίριο.

Όλα τα αποτελέσματα παρέχονται ως συνάρτηση του χρόνου της διακύμανσης των διαφόρων μεγεθών εντός της ημέρας και στη διάρκεια περισσοτέρων ημερών. Το επίπεδο εξυπηρέτησης αποδίδεται με χρωματική κλίμακα και επίσης παρέχεται απόδοση της λειτουργίας του κτιρίου σε κινούμενη εικόνα.

Το AIRLAB χρησιμοποιήθηκε στο σχεδιασμό του νέου κτιρίου επιβατών του αεροδρομίου Malpensa του Μιλάνο (Malpensa 2000) και στην προσομοίωση για το αεροδρόμιο Marco Polo της Βενετίας. Ενσωματώθηκε, όπως και το SLAM, στην πλατφόρμα OPAL.

2.2.3.6 CAST Terminal

Το CAST Terminal αποτελεί το εργαλείο για το κτίριο επιβατών της πλατφόρμας CAST (Comprehensive Airport Simulation Technology). Η πλατφόρμα CAST είναι προϊόν της γερμανικής εταιρείας συμβούλων μηχανικών Airport Research Center GmbH (ARC) και η ανάπτυξή της ξεκίνησε το 2000 με σκοπό τη δημιουργία ενός εργαλείου για το σχεδιασμό του ATC για το αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης.

Η ανάπτυξη του CAST Terminal ξεκίνησε το 2003 σε συνεργασία με τη BAA, όταν η τελευταία αναζητούσε ένα σύγχρονο πρόγραμμα προσομοίωσης για να αντικαταστήσει την ποικιλία των υπάρχοντων προγραμμάτων. Ανάμεσα στις απαιτήσεις που τέθηκαν για το καινούργιο πρόγραμμα ήταν οι ακόλουθες:

- Εύκολο στη χρήση ώστε τα μοντέλα να μπορούν να αναπτυχθούν ή τροποποιηθούν γρήγορα από μια εκπαιδευμένη ομάδα του προσωπικού του αεροδρομίου.
- Δυνατότητα επέκτασης και επικοινωνίας με τις (τότε) υπάρχουσες βάσεις δεδομένων και συστήματα πληροφοριών.
- Επεξεργασία ενός 24ωρου προγράμματος σε χρόνο 5 λεπτών.
- Ικανότητα πιστής απόδοσης των υφιστάμενων διαδικασιών ενός αεροδρομίου και δυνατότητα δημιουργίας νέων τύπων εάν χρειαστεί.
- Βαθμός λεπτομέρειας τέτοιος που να επιτρέπει την αξιολόγηση διαφόρων φυσικών διαμορφώσεων ως προς διασφάλιση μη περιορισμένων ροών και την απόδοση των συνεπειών διασταυρούμενων ροών.
- Δυνατότητα καθορισμού οποιουδήποτε αριθμού διαφορετικών τύπων επιβατών καθώς και συνοδών και λοιπών χρηστών του αεροδρομίου, με διαφορετική συμπεριφορά και απαιτήσεις στον καθένα.
- Παραγωγή άριστης αναφοράς και διαγνώσεων προσομοίωσης, τόσο σε μορφή στατιστικών όσο και γραφημάτων.

Το αποτέλεσμα της συνεργασίας ήταν ένα πρόγραμμα, το οποίο σύμφωνα με τους δημιουργούς του, συνδυάζει την ταχύτητα, την ευελιξία και την ευκολία χρήσης ενός τυπικού τότε μοντέλου με αναπτυγμένες δυνατότητες τρισδιάστατης αναπαράστασης και ρεαλιστική κίνηση των επιβατών μέσα στο κτίριο συνδεδεμένη με ευφυή πράκτορα λογισμικού.

Σχήμα 02. CAST Terminal – προσομοίωση κτιρίου επιβατών



Πηγή: www.airport-consultants.com

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του CAST είναι η υποστήριξη τριών διαφορετικών επιπέδων λεπτομέρειας της μοντελοποίησης. Έτσι κάθε τμήμα του κτιρίου μπορεί να αναπαράσταθεί με λεπτομέρεια ή σε μακροσκοπικό επίπεδο, ώστε για κάθε σκοπό σχεδιασμού να επιτυγχάνεται η καλύτερη ισορροπία ακρίβειας και ταχύτητας.

Στα αρχικά στάδια σχεδιασμού το CAST δίνει τη δυνατότητα αρχικής αναπαράστασης των διαφόρων διαδικασιών από λειτουργικά blocks. Στη συνέχεια εφαρμόζει το πρόγραμμα πτήσεων και προσδιορίζει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά τους για το επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης. Οι αντίστοιχες εγκαταστάσεις μπορούν να αποδοθούν τότε σε κάποιο CAD πρόγραμμα ή να επιλεγούν τυπικές λύσεις από τη βάση δεδομένων μιας βιβλιοθήκης.

Βιβλιοθήκες παρέχονται όχι μόνο για τις διάφορες εγκαταστάσεις, αλλά και για τις παραμέτρους λειτουργίας. Ωστόσο είναι δυνατή πάντα η δημιουργία νέων τύπων διαδικασιών και νέων χαρακτηριστικών επιβατών.

Τα σημαντικότερα κριτήρια αξιολόγησης που χρησιμοποιεί το CAST Terminal είναι:

- Ο βαθμός κατάληψης χώρων αναμονής, κίνησης και σχηματισμού ουρών.
- Η διάρκεια της διαδρομής των επιβατών μέσα στο κτίριο.
- Ο χρόνος αναμονής των επιβατών και το μήκος των ουρών.
- Ο χρόνος εξυπηρέτησης των επιβατών στις διάφορες εγκαταστάσεις.

Η εταιρεία ανάπτυξης της πλατφόρμας υπόσχεται συνεχή εξέλιξη του λογισμικού της, βασιζόμενη και στην υποστήριξη της BAA καθώς και στη χρήση του από σημαντικά αεροδρόμια όπως της Φρανκφούρτης (FRA) και του Δουβλίνου (DUB).

Πιο πρόσφατη εφαρμογή του CAST Terminal υπήρξε στο σχεδιασμό της επέκτασης των εγκαταστάσεων check-in και ελέγχου ασφαλείας του αεροδρομίου Trondheim Værnes (TRD). Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί στο αεροδρόμιο του Abu Dhabi (AUH), στο Terminal 2 του Dubai Airport (DXB), στο αεροδρόμιο του Όσλο (OSL) καθώς και στο Terminal 1 του αεροδρομίου του Μονάχου (MUC).

2.2.3.7 Πρότυπο προσομοίωσης για την ανάλυση και αξιολόγηση των λειτουργιών της χερσαίας πλευράς αεροδρομίων των Ιωάννα Μανατάκη και Κωνσταντίνου Ζωγράφου

Το μοντέλο αυτό δημιουργήθηκε με σκοπό την κάλυψη του κενού που υπάρχει σε μοντέλα που παρέχουν ικανοποιητικού βαθμού λεπτομέρειας αποτελέσματα χωρίς να χρειάζεται ιδιαίτερη εξειδίκευση ή εμπειρία για την προσαρμογή τους στη διαμόρφωση ενός συγκεκριμένου αεροδρομίου.

Πρόκειται για ένα μεσοσκοπικό μοντέλο, βασισμένο στις αρχές της συστημικής δυναμικής, το οποίο σύμφωνα με τους συγγραφείς είναι καταλληλότερο από μακροσκοπικά μοντέλα σε επίπεδο ακρίβειας αναπαράστασης των διαδικασιών και των ροών επιβατών και από μικροσκοπικά μοντέλα στο επίπεδο του στρατηγικού σχεδιασμού, της ευκολίας προσαρμογής και της ευχρηστίας.

Μια από τις απαιτήσεις στο σχεδιασμό του υπήρξε η ικανότητα απόδοσης της πολυπλοκότητας του συστήματος ενός κτιρίου αεροδρομίου και η ικανότητα ανάλυσης των λειτουργιών του σε συνολικό

επίπεδο, ώστε να λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι σε πολύπλοκα συστήματα η αλλαγή σε ένα τμήμα μπορεί να έχει απρόσμενες επιπτώσεις σε άλλα, ακόμη και απομακρυσμένα τμήματα.

Η αρχιτεκτονική του μοντέλου περιλαμβάνει δυο ιεραρχικά επίπεδα:

- Το πρώτο επίπεδο αποτελεί η αποσύνθεση του συστήματος του κτιρίου επιβατών σε ένα σύνολο λειτουργικών χώρων (Airport Functional Areas)
- Το δεύτερο αποτελεί η αποσύνθεση των λειτουργικών χώρων σε σύνολο εγκαταστάσεων (Service Facilities)

Μη λειτουργικοί χώροι όπως χώροι υγιεινής, χώροι εξοπλισμού καθαριότητας, χώροι πρόσβασης στο internet δεν λαμβάνονται υπόψη σε αντίθεση με δευτερεύοντες χώρους όπως καταστήματα και χώροι εστίασης οι οποίο συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυση καθώς επηρεάζουν σημαντικά τη συμπεριφορά των επιβατών στο κτίριο.

Όπως σημειώνουν οι συγγραφείς στην εφαρμογή του προγράμματος δεν ενδιαφέρει η λεπτομερής αρχιτεκτονική διαμόρφωση του κτιρίου, αλλά η τοπολογία του κτιρίου, το πώς δηλαδή οι μεμονωμένες εγκαταστάσεις συνδέονται μεταξύ τους για να αποδώσουν το κτίριο ως δίκτυο. Η προσέγγιση αυτή κάνει εύκολη την εφαρμογή του μοντέλου σε μεγάλο εύρος αεροδρομίων, αλλά είναι καταλληλότερη για αεροδρόμια με ένα κτίριο επιβατών, ή με περισσότερα με την προϋπόθεση να συνδέονται με τα πόδια. Υπάρχει όμως η δυνατότητα για επέκταση του προγράμματος ώστε να καλύπτονται και συνδέσεις με διάφορα μέσα μεταφοράς.

Το μοντέλο απαιτεί ως δεδομένα τα ακόλουθα:

- Το πρόγραμμα πτήσεων που να περιλαμβάνει επίσης των τύπο των κινήσεων (άφιξη – αναχώρηση), τον τύπο του αεροσκάφους, την πληρότητα αυτού και το είδος της πτήσης (εσωτερικού – εξωτερικού)
- Τη φυσική διαμόρφωση του κτιρίου επιβατών εκφρασμένη σε αποστάσεις βαδίσματος, πλάτη διαδρόμων, το εμβαδόν των διαφόρων εγκαταστάσεων και τη χωροθέτησή τους μέσα στους αντίστοιχους λειτουργικούς χώρους.
- Τα χαρακτηριστικά των επιβατών (ποσοστά επιβατών business, επιβατών που πραγματοποιούν e-check-in, επιβατών προορισμών Schengen και Non-Schengen κλπ.
- Επιχειρησιακά δεδομένα / χαρακτηριστικά εξυπηρέτησης, όπως ρυθμός εξυπηρέτησης στις διάφορες εγκαταστάσεις, θέσεις σε λειτουργία κ.α.

Το μοντέλο δοκιμάστηκε και στο διεθνές αεροδρόμιο των Αθηνών και σύμφωνα με τους συγγραφείς τα συμπεράσματα υπήρξαν τα εξής:

- Το μοντέλο μπορεί επιτυχώς να υποστηρίξει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε θέματα κτιρίων αεροδρομίου.
- Λειτουργεί απροβλημάτιστα όσον αφορά στην ενσωμάτωση των διαφόρων modules και είναι ακριβής η μεταφορά των δεδομένων μεταξύ τους.
- Τα αποτελέσματά του είναι σε αντιστοιχία με τα πραγματικά στοιχεία που προκύπτουν από τη λειτουργία του αεροδρομίου.

3 Επιλογή – Περιγραφή μοντέλου

3.1 Εισαγωγή

Το μοντέλο που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο αυτής της εργασίας βασίστηκε στην “outline” έκδοση του τμήματος που αφορά στα κτίρια επιβατών του μοντέλου των Α. Μπαλλή, Α. Σταθόπουλου και Ευ. Σφακιανάκη.

Το μοντέλο αυτό αναπτύχθηκε αρχικά για το master plan του αεροδρομίου του Ηρακλείου (HER) και αργότερα τροποποιήθηκε για να χρησιμοποιηθεί στο master plan του αεροδρομίου της Καβάλας (KVA). Το πλήρες σύνολο περιλαμβάνει μοντέλα για το airside (χωρητικότητα αιχμής ενός και τεμνόμενων διαδρόμων, αριθμός και διαστάσεις απαιτούμενων stands) καθώς και για υπόλοιπα πλυν του κτιρίου τμήματα του landside (πρόσβαση, χώροι στάθμευσης). Η “outline” έκδοση του μπορεί να υλοποιηθεί εύκολα με λογιστικά φύλλα και βασίζεται σε ένα σύνολο σχετικά απλών μαθηματικών εκφράσεων.

Στα θετικά του μοντέλου συγκαταλέγονται:

- Ο περιορισμένος φόρτος προετοιμασίας των δεδομένων εισόδου
- Η απλή στην κατανόηση λογική και η συνεπακόλουθη ευελιξία στην τροποποίηση του
- Η δυνατότητα χρήσης καθοριζόμενων από το χρήστη κατανομών άφιξης των επιβατών και η επεξεργασία αυτών με κανόνες και ρυθμούς εξυπηρέτησης πάλι καθοριζόμενες από το χρήστη

Το μοντέλο αναπαριστά τη διαδικασία από την άφιξη του επιβάτη στο κτίριο μέχρι την επιβίβαση του στο αεροσκάφος και υπολογίζει τη χωρητικότητα των λειτουργικών τμημάτων του κτιρίου και το επίπεδο εξυπηρέτησης των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα σε αυτά. Η ποσοτικοποίηση του επιπέδου εξυπηρέτησης γίνεται τόσο σε όρους “διαθέσιμης επιφάνειας ανά χρήση” όσο και “χρόνου αναμονής για την εξυπηρέτηση”. Γίνονται οι ακόλουθες παραδοχές:

- Λαμβάνονται υπόψη μόνο τα λειτουργικά τμήματα. Εξετάζονται δηλαδή όλοι οι χώροι και οι διαδικασίες που είναι απαραίτητες από την άφιξη του επιβάτη στο κτίριο μέχρι την επιβίβαση στο αεροσκάφος (αναχωρούντες επιβάτες) και από την αποβίβαση μέχρι την έξοδο από το κτίριο (αφικνούμενοι επιβάτες). Μη λειτουργικά τμήματα όπως χώροι εστίασης, υγιεινής, καταστήματα κ.α. δεν λαμβάνονται υπόψη, αφού οι χώροι τους δεν αποτελούν βάση για τον καθορισμό της χωρητικότητας. Η συμβολή τους όμως προφανώς στην συνολική εικόνα της ποιότητας εξυπηρέτησης δεν είναι αμελητέα.
- Οι αναχωρούντες επιβάτες αναπαριστούνται ξεχωριστά από τους αφικνούμενους επιβάτες. (Η παραδοχή αυτή ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα σε ένα αεροδρόμιο με αμελητέο έως ανύπαρκτο ποσοστό transfer επιβατών, αφού τότε οι ροές αφικνούμενων και αναχωρούντων επιβατών δεν απαιτούν κάποιο σημείο συνάντησης και λαμβάνουν χώρα σε τελείως διαφορετικούς χώρους.)
- Προσοχή δίνεται στις ροές των αναχωρήσεων αφού αυτές διαφοροποιούνται αισθητά από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των επιβατών charter πτήσεων.

3.2 Εισαγωγή δεδομένων

Η ευκολία στην προετοιμασία και εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων είναι, όπως προαναφέρθηκε, ένα από τα πλεονεκτήματα των αναλογικών μοντέλων. Αυτό έγινε προσπάθεια να διατηρηθεί και σε αυτό το μοντέλο. Στην ίδια κατεύθυνση είναι και η προεισαγωγή διαφόρων κατανομών (άφιξης, επιβίβασης) και ρυθμών εξυπηρέτησης, χωρίς αυτό να αποκλείει προφανώς την εισαγωγή από το χρήστη άλλων, καταλληλότερων ίσως κατά περίπτωση.

3.2.1 Κατανομές άφιξης

Η εισαγωγή των κατανομών άφιξης γίνεται από το φύλλο “InputPatterns”. Υπάρχουν ήδη εισηγμένες πέντε κατανομές άφιξης, αλλά μπορεί να εισαχθεί πρακτικά οποιαδήποτε επιπλέον. Η εξ’ αρχής επιλογή της ώρας άφιξης του πρώτου επιβάτη προ της ώρας αναχώρησης, t_0 , έχει τεθεί στις τρεις ώρες.

Οι προεισηγμένες κατανομές βρίσκονται συγκεντρωμένες στο Παράρτημα της εργασίας. Οι κατανομές 1 έως 3 αφορούν πρακτικά σε προγραμματισμένες πτήσεις, ενώ οι 4 και 5 σε πτήσεις charter. Η κατανομή 4 έχει προκύψει από επιτόπου μετρήσεις (Psaraki, 2010) στο αεροδρόμιο των Χανίων το μήνα αιχμής, ενώ οι υπόλοιπες αποτελούν προσαρμογή των μετρήσεων των Ballis, Stathopoulos και Sfakianaki (2002) στο αεροδρόμιο του Ηρακλείου με επέκταση του διαστήματος προ της προγραμματισμένης ώρας αναχώρησης (STD) άφιξης του πρώτου επιβάτη σε τρεις ώρες.

3.2.2 Δεδομένα πτήσεων

Η εισαγωγή των δεδομένων των πτήσεων αποτελεί το σημαντικότερο βήμα στη διαδικασία εισαγωγής δεδομένων και πραγματοποιείται μέσω του φύλλου “InputVariables”. Έμφαση δόθηκε στη διαμόρφωση του φύλλου ώστε η προετοιμασία των δεδομένων να απαιτεί ελάχιστη προσαρμογή, τουλάχιστον στη βάση της εμπειρίας με τη μορφή δεδομένων όπως αυτά παρέχονται από το Eurocontrol.

Το πρόγραμμα απαιτεί τη συμπλήρωση το πολύ δώδεκα (12) στηλών για κάθε πτήση με τον τρόπο που φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
4												
5	t_{di}	Flight	Aircraft	ICAO	C_i	l_i	a_i	1	arriving	n_i	$\rightarrow t_e$	$\rightarrow t_b$
6	departure	number	type	Code of	aircraft	load	total	for	pattern	number of	duration	duration
7	time of			dest.	pax	factor of	number of	Schengen	for flight i	check-in	between	between
8	flight i			airport	capacity	flight i	departing	dest. 2	(see	counters	the gate	boarding
9					of flight i		passenger	for	InputPatte	allocated	closing	time and
10							s of flight	NonSchen	rns)	to flight i	time of	time of
11							i	gen dest.			flight	flight
12											departure	departure
13											t_{di}	t_{di}
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												

Έχει αναφερθεί αρκετές φορές προηγουμένως ότι ένα από τα πλεονεκτήματα των αναλογικών μοντέλων είναι ο περιορισμένος φόρτος για την προετοιμασία των δεδομένων. Προς αποφυγή παρανόησης τονίζεται ότι δεν είναι απαραίτητη η συμπλήρωση και των 12 στηλών· κάποιες είτε προκύπτουν αυτόματα με τη συμπλήρωση άλλων είτε δεν απαιτούνται σε κάθε περίπτωση.

Αν συμπληρωθεί ο ICAO κωδικός του αεροδρομίου προορισμού, η στήλη H προκύπτει αυτόματα. Εναλλακτικά μπορεί απλά να συμπληρωθεί σε αυτή 1 ή 2 για τους εντός ή αντίστοιχα εκτός Schengen προορισμούς. Αν είναι γνωστός ο αριθμός των επιβατών κάποιας πτήσης συμπληρώνεται απευθείας η στήλη G. Αν υποτίθεται απλώς μια πληρότητα του αεροσκάφους συμπληρώνονται η στήλες E και F. Αν η ακριβής χωρητικότητα του αεροσκάφους δεν είναι γνωστή, μπορεί να εισαχθεί ο τύπος του στη στήλη C και η στήλη E θα συμπληρωθεί αυτόματα με τη μέγιστη χωρητικότητα του τύπου αυτού (που θα βρίσκεται πολύ κοντά στην πραγματική για αεροσκάφη που εκτελούν charter πτήσεις).

Προτιμήθηκε γενικά η διαδικασία του υπολογισμού του αριθμού των αναχωρούντων επιβατών (a_i) από τη χωρητικότητα και την πληρότητα του αεροσκάφους σε σχέση με την απλή εισαγωγή του (όπως γίνεται στην αρχική εκδοχή του προγράμματος), ώστε να είναι γρηγορότερη η εξέταση διαφορετικών σεναρίων πληρότητας.

3.2.3 Λοιπά δεδομένα

Πέραν των βασικών προαναφερθέντων δεδομένων το μοντέλο απαιτεί και την εισαγωγή των ακόλουθων:

- **Check-in (Φύλλο “PassengerInQueue”)**
 - Επιφάνεια διαθέσιμη για το σχηματισμό ουρών (m^2)
- **Διαβατηριακός έλεγχος (Φύλλο “PassportControl”)**
 - Αριθμός θέσεων ελέγχου σε λειτουργία κάθε χρονική στιγμή
 - Επιφάνεια διαθέσιμη για αναμονή προ του ελέγχου (m^2)
- **Έλεγχος ασφαλείας (Φύλλο “PassportControl”)**

- Αριθμός θέσεων ελέγχου σε λειτουργία κάθε χρονική στιγμή τόσο για εντός όσο και εκτός Schengen προορισμούς
- Επιφάνεια διαθέσιμη για αναμονή προ του ελέγχου τόσο για εντός όσο και εκτός Schengen προορισμούς (m²)
- **Αίθουσα αναμονής εντός Schengen πτήσεων (Φύλλο “SchengenLounge”)**
 - Επιφάνεια (m²)
 - Ποσοστό καθημένων επιβατών
- **Αίθουσα αναμονής εκτός Schengen πτήσεων (Φύλλο “NonSchengenLounge”)**
 - Επιφάνεια (m²)
 - Ποσοστό καθημένων επιβατών

Για όλες τις παραπάνω διαδικασίες έχουν επιλεγεί και οι αντίστοιχοι ρυθμοί εξυπηρέτησης, καθώς και τα κριτήρια προσδιορισμού του επιπέδου εξυπηρέτησης. Η τεκμηρίωση και ο σχολιασμός των επιλογών αυτών αποτελεί το αντικείμενο των επόμενων τριών παραγράφων.

3.3 Μοντελοποίηση διαδικασιών – χρόνοι

3.3.1 Check-in

Η διαδικασία του check-in είναι ίσως από τις πιο μελετημένες από τις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στο κτίριο επιβατών ενός αεροδρομίου. Στα αεροδρόμια ωστόσο με σημαντική εποχική κίνηση εμφανίζει τις περισσότερες ιδιαιτερότητες και τη μεγαλύτερη απόκλιση από τις συνήθεις πρακτικές του υπολοίπου χρόνου.

Το σημαντικότερο στοιχείο είναι ύπαρξη χρονικών διαστημάτων στα οποία οι ουρές ξεπερνούν τα φυσικά όρια του κτιρίου. Επίσης αξιοσημείωτη διαφοροποίηση που έχει αναφερθεί και προηγουμένως είναι η μαζική άφιξη των επιβατών στο κτίριο σε διαστήματα μεγαλύτερα των συνήθων δυο ωρών πριν την πτήση. Για να διασφαλιστεί η λειτουργία παρ' όλα αυτά, είναι συνήθης πρακτική η απασχόληση και ενός τουλάχιστον υπαλλήλου του ταξιδιωτικού οργανισμού στη διαδικασία του check-in.

Στο αεροδρόμιο του Ηρακλείου, για το οποίο υπάρχουν πληρέστερες καταγραφές, έχει παρατηρηθεί χρόνος εξυπηρέτησης 30s ανά επιβάτη (Ballis, Stathopoulos and Sfakianaki, 2002) που έχει επιτευχθεί χάρη στην απασχόληση τριών εργαζομένων για κάθε θέση check-in. Ένας λογικός προβληματισμός είναι (Psaraki, 2010) το κατά πόσο αυτό το αυξημένο κόστος συνάδει με την φύση των πτήσεων charter, την παροχή δηλαδή μιας χαμηλού κόστους υπηρεσίας.

3.3.2 Έλεγχος ασφαλείας

Η διαδικασία του ελέγχου ασφαλείας μπορεί να θεωρηθεί πια σχεδόν τυποποιημένη μεταξύ των ευρωπαϊκών αεροδρομίων, όσον αφορά τουλάχιστον στα βήματά της. Στους χρόνους όμως υπάρχει σημαντική διακύμανση που μπορεί να αποδοθεί στη διαφορετική εμπειρία του προσωπικού και στις διαφορετικές πολιτικές (π.χ. ποσοστό τυχαίων ελέγχων).

Ο έλεγχος ξεκινάει με τον επιβάτη να τοποθετεί τις χειραποσκευές, προσωπικά αντικείμενα και κατά περίπτωση το φορητό υπολογιστή ξεχωριστά πάνω στον ιμάντα. Στη συνέχεια αναμένει την ειδοποίηση από το προσωπικό του ελέγχου να περάσει από την πύλη ελέγχου. Εδώ διακρίνονται δυο περιπτώσεις. Αν δεν ενεργοποιηθεί ο συναγερμός, ο επιβάτης προχωράει στην παραλαβή των αντικειμένων που είχε τοποθετήσει στον ιμάντα και σε έναν πιθανό χειρονακτικό έλεγχο κάποιον εξ' αυτών, συνήθως του υπολογιστή. Αν ενεργοποιηθεί ο συναγερμός ο επιβάτης ελέγχεται από ένα του ιδίου φύλου μέλος του προσωπικού του ελέγχου και συνεχίζει όπως πριν για την παραλαβή και τον πιθανό πρόσθετο έλεγχο των αντικειμένων του.

Ο χρόνος της διαδικασίας του ελέγχου για τον επιβάτη είναι το άθροισμα των χρόνων για (1) την τοποθέτηση της χειραποσκευής και προσωπικών αντικειμένων στον ιμάντα, (2) την αναμονή για το πέρασμα της πύλης και τον πιθανό έλεγχο αν ενεργοποιηθεί ο συναγερμός, (3) τον πρόσθετο έλεγχο αντικειμένων και (4) την παραλαβή των ελεγχθέντων αντικειμένων. Προφανώς όμως ο ρυθμός εξυπηρέτησης της εγκατάστασης δεν είναι ο αντίστροφος αυτού του αθροίσματος.

Ανάλογα με το μήκος του ιμάντα και την εκάστοτε πολιτική ένας έως τρεις συνήθως επιβάτες τοποθετούν τις χειραποσκευές τους στον ιμάντα και της προετοιμάζουν για τον έλεγχο. Το πότε μπορεί ένας επιβάτης να περάσει την πύλη ελέγχου εξαρτάται από το πότε ο/η του ιδίου φύλου υπάλληλος ελέγχου είναι διαθέσιμος. Η δυσμενέστερη περίπτωση εδώ είναι ο προηγούμενος επιβάτης να ήταν του ιδίου φύλου με αυτόν που ακολουθεί και να ενεργοποίησε το συναγερμό. Έτσι ο επιβάτης που ακολουθεί θα χρειαστεί να περιμένει τουλάχιστον όσο χρόνο διαρκεί ο προσωπικός έλεγχος. Αφότου περάσει την πύλη ελέγχου και το πιθανό προσωπικό έλεγχο ο επιβάτης κατευθύνεται στην παραλαβή των αντικειμένων που είχε αφήσει για έλεγχο στον ιμάντα και στον πιθανό τους πρόσθετο χειρονακτικό έλεγχο. Εδώ υπάρχει ο χώρος συνήθως για την αναμονή περισσότερων του ενός ατόμων.

Είναι λοιπόν σαφές ότι στη διαδικασία του ελέγχου ασφαλείας η κρίσιμη διαδικασία είναι η αναμονή για το πέρασμα της πύλης ελέγχου. Οπότε ο ρυθμός εξυπηρέτησης της διαδικασίας του ελέγχου ασφαλείας (*css* και *csn* στο πρόγραμμα για τις εντός και εκτός Schengen πτήσεις αντίστοιχα) μπορεί σε μια συντηρητική εκτίμηση να θεωρηθεί ο αντίστροφος του χρόνου που απαιτεί ο προσωπικός έλεγχος. Συντηρητική προφανώς γιατί αφενός στην πραγματικότητα δεν ελέγχονται από το προσωπικό όλοι οι επιβάτες, αφετέρου μπορεί να υπάρχει η μέριμνα να καλείται από την ουρά αναμονής ο κατάλληλος επιβάτης ανάλογα με το φύλο του μέλους του προσωπικού ασφαλείας που είναι κάθε στιγμή διαθέσιμο.

Ο Schultz (2010) δίνει τις ακόλουθες παραμέτρους για την κατανομή του χρόνου για τον προσωπικό έλεγχο ασφαλείας και τις υπόλοιπες διαδικασίες του ελέγχου ασφαλείας.

Πίνακας 01. Παράμετροι κατανομής του χρόνου εξυπηρέτησης των επιμέρους διαδικασιών του ελέγχου ασφαλείας

Διαδικασία	Κατανομή	α	$\theta(s)$	$\Delta t(s)$	$\mu(s)$	$\sigma(s)$
Τοποθέτηση αποσκευών	Weibull	1,3	20	3	20	15
Προσωπικός έλεγχος	Weibull	1	25	20	45	15
Πρόσθετος έλεγχος αποσκευών	Weibull	3	40	10	45	15
Παραλαβή αποσκευών	Weibull	2	40	0	40	25
Πηγή: Schultz, 2010						

Στην ίδια πηγή δίνονται και η συχνότητα ενεργοποίησης του συναγερμού λόγω επιτυχούς εντοπισμού μεταλλικού αντικειμένου και συχνότητα ενεργοποίησης ακόμα και σε περίπτωση μη εντοπισμού για την ενίσχυση της επαγρύπνησης. Στην πρώτη περίπτωση πρόκειται για το 12 έως 25% όλων των περιπτώσεων και στη δεύτερη για ποσοστό από 10 έως 12%.

Αν στο προαναφερθέν σκεπτικό χρησιμοποιηθεί ως χρόνος προσωπικού ελέγχου η μέση τιμή $\mu = 45$ s που δίνεται στον παραπάνω πίνακα προκύπτει ρυθμός εξυπηρέτησης $10 * 60 (s / min) / 45 (s / επιβάτη) = 13,3$ επιβάτες / 10λεπτο. Επισημαίνεται ξανά πώς πρόκειται για μια συντηρητική εκτίμηση και δεν συνίσταται η άκριτη χρησιμοποίησή της.

Σύμφωνα με τους Ballis, Stathopoulos και Sfakianaki (2002) στο αεροδρόμιο του Ηρακλείου έχει παρατηρηθεί ακόμα και η τιμή των έξι επιβατών ανά λεπτό. Όπως όμως οι ίδιοι επισημαίνουν αυτός ο ρυθμός αναμένεται να (αναφέρεται στο 2002¹ καταλληλότερη διατύπωση έχει ήδη) αλλάξει με τους ελέγχους να γίνονται αυστηρότεροι.

Ειδικά για τον έλεγχο ασφαλείας, πρέπει να επισημανθεί πως τα αποτελέσματα μετρήσεων χάνουν ταχύτερα από τα αντίστοιχα για κάθε άλλη διαδικασία την εγκυρότητά τους. Οι οδηγίες και οι κανονισμοί στον τομέα της ασφάλειας μεταβάλλονται συχνά, ακόμα και σε επίπεδο πενταετίας, ειδικά μετά τις επιθέσεις της 11 Σεπτεμβρίου 2001.

Έτσι, αποτελέσματα πριν την εφαρμογή του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2320/2002¹ θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με μεγάλη επιφύλαξη. Επόμενη σημαντική αλλαγή υπήρξε η εφαρμογή του Κανονισμού (ΕΚ) 1546/2006 σχετικά με τον περιορισμό των υγρών στις χειραποσκευές. Ο Schultz (2010) αναφέρει πως σε ευρωπαϊκό επίπεδο άμεση συνέπεια της εφαρμογής υπήρξε η μέχρι και 30% μείωση του ρυθμού εξυπηρέτησης στον έλεγχο ασφαλείας. Το επιπλέον προσωπικό που απαιτήθηκε για τη μείωση των συνεπειών ήταν της τάξεως του 10%.

Η IATA προτείνει την τιμή των τριών επιβατών ανά λεπτό για τον έλεγχο ασφαλείας. Οι μετρήσεις σε κύρια ευρωπαϊκά αεροδρόμια δίνουν τιμές στο διάστημα των 20 έως 30 επιβατών ανά 10λεπτο, που είναι και σε αρμονία με την πρόταση αυτή.

3.3.3 Διαβατηριακός έλεγχος

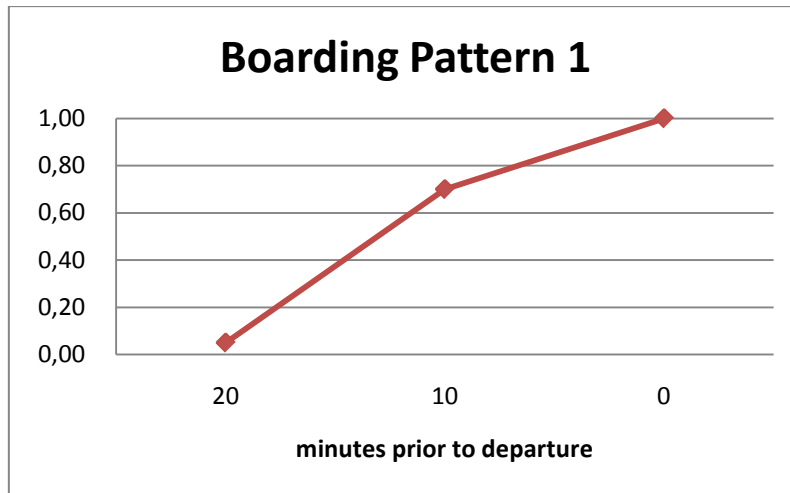
Ο διαβατηριακός έλεγχος αφορά μόνο στους επιβάτες με προορισμό μια εκτός Schengen χώρα. Ακόμα και για μεγάλα αεροδρόμια δεν υπάρχουν πάντα τεκμηριωμένα στοιχεία για το χρόνο εξυπηρέτησης στο διαβατηριακό έλεγχο. Η ουσιώδης διαφορά σε σχέση με τις λοιπές διαδικασίες είναι η μικρότερη επιρροή του αεροδρομίου στον τομέα αυτό, αφού ο ρυθμός εξυπηρέτησης εξαρτάται από τις απαιτήσεις, την ικανότητα, τον εξοπλισμό και την εμπειρία της εκάστοτε κρατικής υπηρεσίας που τον διενεργεί.

Στο αεροδρόμιο του Ηρακλείου έχουν παρατηρηθεί στην ίδια έρευνα (Ballis, Stathopoulos and Sfakianaki, 2002) ρυθμοί εξυπηρέτησης έως και έξι επιβατών το λεπτό. Στο μοντέλο εισάγεται ως αρχική τιμή η συντηρητική εκτίμηση 25 επιβάτες / 10λεπτο.

3.3.4 Επιβίβαση

Στο μοντέλο έχει χρησιμοποιηθεί μια κατανομή επιβίβασης² στο ίδιο πνεύμα με τις κατανομές άφιξης στο κτίριο μπορούν να εισαχθούν και διαφορετικές από το φύλλο “BoardingPatterns”. Η κατανομή αυτή ταιριάζει σε επιβίβαση που πραγματοποιείται από γέφυρα επιβίβασης. Κάτι τέτοιο αποτελεί μάλλον την εξαίρεση στα ελληνικά περιφερειακά αεροδρόμια.

¹ Καταργήθηκε με τη θέσπιση του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 300/2008.

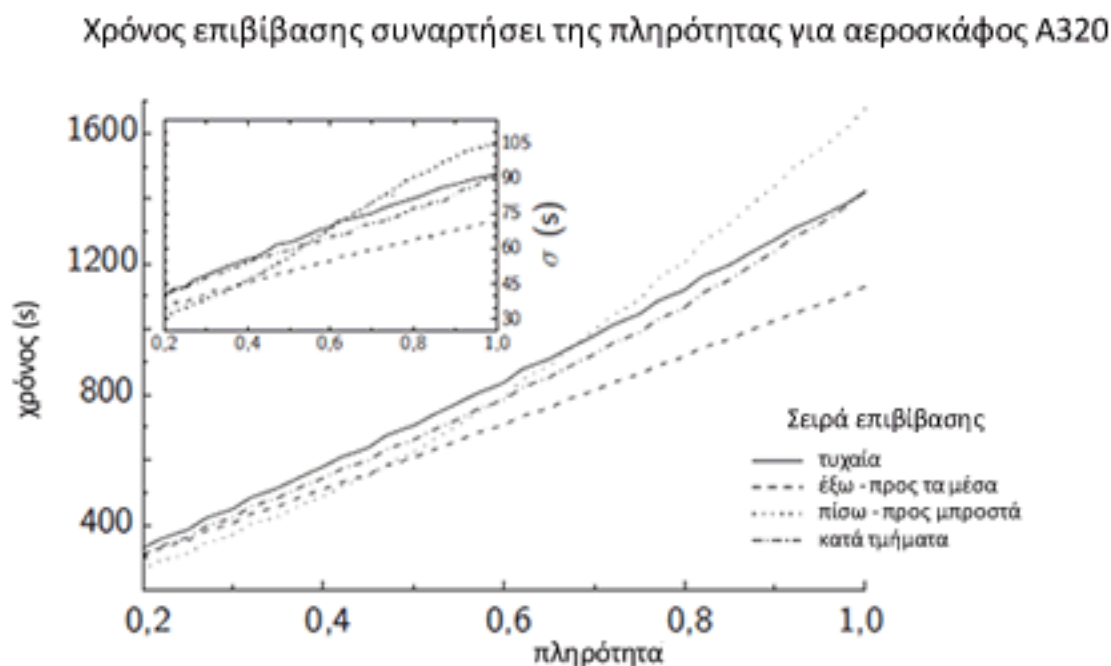


Γίνεται ωστόσο χρήση της για δύο λόγους:

- Αφενός δίνει συντηρητικότερα αποτελέσματα όσον αφορά στη χωρητικότητα της αίθουσας επιβίβασης σε σχέση με την εκδοχή της μεταφοράς στο αεροσκάφος με λεωφορείο, στην οποία μεν η έξοδος από την αίθουσα γίνεται τμηματικά και δεν είναι συνεχής (αναμονή αναχώρησης πρώτου λεωφορείου – άφιξης επόμενου), αλλά πραγματοποιείται νωρίτερα σε σχέση με την ώρα αναχώρησης λόγω του επιπρόσθετου χρόνου μετάβασης.
- Αφετέρου προσομοιάζει ικανοποιητικά τον τρόπο επιβίβασης που εφαρμόζεται συχνά σε ελληνικά περιφερειακά αεροδρόμια: το αεροσκάφος σταθμεύει κοντά στο κτίριο και οι επιβάτες μεταβαίνουν σε αυτό από την αίθουσα αναχώρησης με τα πόδια.

Δεν είναι ασυνήθιστη βέβαια και η περίπτωση στην οποία το αεροσκάφος σταθμεύει μεν κοντά στο κτίριο, οι επιβάτες όμως μεταφέρονται σε μια απόσταση δεκάδων συνήθως μέτρων με λεωφορείο.

Όπως φαίνεται στην κατανομή, το 95% των επιβατών επιβιβάζονται σε χρόνο 20 λεπτών πριν την αναχώρηση της πτήσης. Κάτι τέτοιο όπως θα δούμε στο επόμενο σχήμα είναι σε συμφωνία με την εμπειρία που έχει αποκτηθεί από την έρευνα για τη διαδικασία επιβίβασης ενός αεροσκάφους Airbus 320 (παρόμοια θα ήταν τα αποτελέσματα για οποιοδήποτε αεροσκάφος μονού διαδρόμου και παρεμφερούς αριθμού θέσεων, π.χ. Boeing 737-800).



Πηγή: προσαρμογή από Schultz, 2010

Το Airbus 320 αποτελεί τη συντριπτική πλειοψηφία των αεροσκαφών του εγχώριου αερομεταφορέα Aegean Airlines, χρησιμοποιείται επίσης ευρέως από charter εταιρείες στις πτήσεις προς Ελλάδα. Συχνότερη ακόμα χρήση σε charter πτήσεις έχει το αεροσκάφος Boeing 737-800, με τα ίδια όμως ακριβώς χαρακτηριστικά διαμόρφωσης και χωρητικότητας. Για ένα τέτοιου τύπου αεροσκάφος λοιπόν και πληρότητα 85%, όπως είναι σύνηθες για μια charter πτήση, προκύπτουν χρόνοι επιβίβασης, ανάλογα με τον τρόπο αυτής, μεταξύ 17 και 22 λεπτών, με τιμή 20 λεπτά για τυχαία σειρά επιβίβασης.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως το 95% των επιβατών επιβιβάζεται στη διάρκεια 20 λεπτών πριν την αναχώρηση. Αυτό σημαίνει ότι απομένει 5% των επιβατών που έχει ήδη επιβιβαστεί πριν τα 20 λεπτά. Στη μακροσκοπική φύση του μοντέλου και στο βήμα 10 λεπτών του ρολογιού προσομοίωσης οφείλεται η απόδοση αυτού ως να ξεκινούσε η επιβίβαση 30 λεπτά πριν την αναχώρηση. Ενώ κάτι τέτοιο δεν είναι αδύνατο, είναι σπάνιο στους συνήθεις χρόνους turnaround των 45 – 50 λεπτών, καθώς θα απαιτούσε η αποβίβαση, καθαρισμός και ανεφοδιασμός καυσίμου να έχουν ολοκληρωθεί εντός 15 – 20 λεπτών. Προφανώς στην πραγματικότητα η επιβίβαση ξεκινάει κάπου στο διάστημα 30 – 20 λεπτών πριν την αναχώρηση.

3.4 Απαιτήσεις επιφανειών

Στην διαδικασία υπολογισμού της απαιτούμενης επιφάνειας των διάφορων χώρων ενός αεροδρομίου έχουν καθιερωθεί οι προδιαγραφές της IATA. Ωστόσο, όπως εύστοχα επισημαίνεται από τους de Neufville και Odoni (2003), οι τιμές αυτές δεν αποτελούν επιστημονικά δεδομένα· οι επιθυμητές προδιαγραφές αλλάζουν με το χρόνο, αλλά και για δεδομένη στιγμή διαφέρουν σε προσωπικό και πολιτισμικό επίπεδο.

Έτσι οι μελετητές είναι ελεύθεροι να προσαρμόσουν τις τιμές ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε φορά εκμετάλλευσης και τις τοπικές ιδιαιτερότητες. Οι πλέον καθιερωμένες προδιαγραφές από την όγδοη έκδοση του Airport Development Manual δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 02. Απαιτούμενη επιφάνεια ανά επιβάτη κατά IATA (παλαιότερη έκδοση, 1995)
(m² / επιβάτη)

Δραστηριότητα	Κατάσταση	Επίπεδο εξυπηρέτησης					
		A	B	C	D	E	F
Αναμονή και κυκλοφορία	Ελεύθερη κίνηση	2,7	2,3	1,9	1,5	1,0	<1,0
Παραλαβή αποσκευών (χωρίς τους ιμάντες)	Κίνηση, με αποσκευές	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	<1,2
Ουρές check-in	Σε ουρά, με αποσκευές	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	<1,0
Αναμονή προ ελέγχου	Σε ουρά, χωρίς αποσκευές	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	<0,6

Πηγή: de Neufville and Odoni, 2003

Στην επόμενη έκδοση του Airport Development Manual το 2004 η IATA δίνει έναν κάπως πιο εξελιγμένο τρόπο σύνδεσης του επιπέδου εξυπηρέτησης και της απαιτούμενης επιφάνειας:

Πίνακας 03. Προδιαγραφές IATA, 2004 Αναμονή και κυκλοφορία

Παλαιά (m ² / επιβάτη)	A	B	C	D	E
	2,7	2,3	1,9	1,5	1,0
→ Διακρίνει τοποθεσία και πιθανότητα χρήσης καροτσιών αποσκευών					
→ Εισάγει ταχύτητες αναφοράς					
	Τοποθεσία	Καρότσια αποσκευών	Επιφάνεια (m ² / επιβάτη)	Ταχύτητα (m / sec)	
Νέα	Airside	Κανένα	1,5	1,3	
	Μετά το check-in	Λίγα	1,8	1,1	
	Αίθουσα αναχωρήσεων	Πολλά	2,3	0,9	

Πηγή: de Neufville, 2004

Πίνακας 04. Προδιαγραφές IATA, 2004 Αναμονή προ ελέγχου

Παλαιά (m ² / επιβάτη)	A	B	C	D	E
	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6
→ Υποθέτει 1,7 m ² / καθημένο επιβάτη και 1,2 m ² / όρθιο επιβάτη → Το επίπεδο εξυπηρέτησης καθορίζεται με κριτήριο το ποσοστό κατάληψης του χώρου					
Νέα (ποσοστό κατάληψης %)	A	B	C	D	E
	40	50	65	80	95
Πηγή: de Neufville, 2004					

Πίνακας 05. Προδιαγραφές IATA, 2004 Παραλαβή αποσκευών

Παλαιά (m ² / επιβάτη)	A	B	C	D	E
	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2
→ Υποθέτει ότι 40% των επιβατών χρησιμοποιούν καρότσι αποσκευών → Έχει μεγαλύτερο εύρος: μεγαλύτερη επιφάνεια για A και μικρότερη για E					
Νέα (m ² / επιβάτη)	A	B	C	D	E
	2,6	2,0	1,7	1,3	1,0
Πηγή: de Neufville, 2004					

Πίνακας 06. Προδιαγραφές IATA, 2004 Ουρές check-in

Παλαιά (m ² / επιβάτη)			A	B	C	D	E
			1,8	1,6	1,4	1,2	1,0
→ Αποδίδει τις συνέπειες του αριθμού αποσκευών και καροτσιών							
	Πλάτος ουράς	Αποσκευές - καρότσια	A	B	C	D	E
Νέα (m ² / επιβάτη)	1,2 m	λίγα	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9
		μερικά	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1
	1,4 m	πολλά	2,3	1,9	1,7	1,6	1,5
		πάρα πολλά	2,6	2,3	2,0	1,9	1,8
		Πηγή: de Neufville, 2004					

3.5 Χρόνοι αναμονής

Σε αντίθεση με την ποσοτικοποίηση του επιπέδου εξυπηρέτησης μέσω της διαθέσιμης επιφάνειας ανά επιβάτη, δεν υπάρχουν συγκεκριμένα επίπεδα εξυπηρέτησης με κριτήριο το χρόνο αναμονής. Υφίστανται απλώς (Schultz, 2010) ποιοτικά κριτήρια και συνήθως δυο όρια, ενός αποδεκτού και ενός μεγάλου χρόνου αναμονής.

Πίνακας 07. Συνιστώμενοι μέγιστοι χρόνοι αναμονής κατά IATA, 2004

Δραστηριότητα	Διάστημα (min)	
	Αποδεκτός	Μεγάλος
Check-in (Economy)	12	30
Check-in (Business)	3	5
Διαβατηριακός έλεγχος	7	15
Έλεγχος ασφαλείας	3	7
Πηγή: Schultz, 2010		

Όπως ισχύει και για τα κριτήρια με βάση τη διαθέσιμη επιφάνεια, έτσι και για τους χρόνους αναμονής ισχύει ότι δεν λαμβάνουν υπόψη την προσωπική πρόσληψη από τον επιβάτη. Επίσης αγνοείται ο συνδυασμός του χρόνου αναμονής και των συνθηκών αυτής (συμφόρηση του χώρου, θερμοκρασία κλπ).

Είναι έτσι σαφές ότι το επίπεδο, ή καλύτερα ποιότητα, αφού δεν αναφέρεται συνολικά σε ποσοτικοποιημένα κριτήρια, εξυπηρέτησης μπορεί να προκύπτει μόνο μέσα από το συνδυασμό των χωρικών και χρονικών κριτηρίων. Ακόμα, αυτά και κυρίως τα χρονικά είναι σκόπιμο να προκύπτουν από έρευνα επιβατών για το εκάστοτε αεροδρόμιο.

3.6 Παραδοχές

Κάθε μοντέλο περιλαμβάνει υποθέσεις, επιλογή ορισμένων μόνο στοιχείων και χαρακτηριστικών του πραγματικού συστήματος και αναπόφευκτη προσωρινά τουλάχιστον παράβλεψη άλλων. Σε αυτήν την παράγραφο παρουσιάζονται οι παραδοχές που έγιναν εδώ καθώς και μια προσπάθεια τεκμηρίωσής τους.

Το ρολόι προσομοίωσης αυξάνει κατά σταθερά χρονικά διαστήματα (σύγχρονη χρονομέτρηση) και το βήμα του καθορίστηκε στα 10 λεπτά. Θεωρείται πως η πληροφορία που αγνοείται έτσι (ακριβής κατανομή μέσα στο διάστημα των 10 λεπτών) είναι επουσιώδης συγκριτικά με τις απώλειες άλλων παραδοχών, επιτυγχάνεται όμως μια εποπτικότερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων, ειδικά αυτών σε μορφή γραφημάτων. Έτσι όλα τα δεδομένα εισόδου, οι ρυθμοί εξυπηρέτησης και τα αποτελέσματα αναφέρονται σε διάστημα 10 λεπτών.

Στο μοντέλο δεν γίνεται χρήση κάποιας κατανομής ταχύτητας ή μοντέλου συμπεριφοράς για το χρόνο που αφιερώνουν οι επιβάτες σε μη λειτουργικές διαδικασίες. Η παραδοχή αυτή δικαιολογείται από τις μικρές συνήθως αποστάσεις μεταξύ των διαδικασιών, την έτσι κι αλλιώς περιορισμένη δυνατότητα ανάπτυξης ελεύθερης ταχύτητας στις συνήθεις συνθήκες αιχμής που μας ενδιαφέρουν και στην περιορισμένη προσφορά υπηρεσιών εστίασης, αφορολογήτων ειδών και παρεμφερών υπηρεσιών.

Εξάλλου οι επιβάτες των πτήσεων charter, που αποτελούν και τον κύριο όγκο των επιβατών στα αεροδρόμια και τα χρονικά διαστήματα που μας ενδιαφέρουν, εμφανίζουν μια κατά πολύ περισσότερο προβλέψιμη συμπεριφορά (Psarakis, 2010) από τις λουπές ομάδες επιβατών. Η άφιξη και η κίνησή τους μέσα στο κτίριο συντονίζεται από υπαλλήλους του ταξιδιωτικού οργανισμού, αλλά και στις μετά των ελέγχων περιοχές, σπανίως αποκόπτονται από την ομάδα για οποιαδήποτε λόγο. Έτσι, ο χρόνος για όλες τις διαδρομές μέσα στο κτίριο καθώς και ο χρόνος που επενδύεται σε μη λειτουργικές διαδικασίες λαμβάνεται συγκεντρωτικά υπόψη με μια καθυστέρηση ενός βήματος προσομοίωσης (10 λεπτών) μετά το check-in.

Οι επιβάτες εντός Schengen πτήσεων που ολοκληρώνουν το check-in τη χρονική περίοδο T, τροφοδοτούν τον έλεγχο ασφαλείας τη χρονική περίοδο T+1, αντίστοιχα οι επιβάτες εκτός Schengen πτήσεων που ολοκληρώνουν το check-in τη χρονική περίοδο T, τροφοδοτούν το διαβατηριακό έλεγχο τη χρονική περίοδο T+1.

Ένας ακόμα περιορισμός των επιλογών αναφέρεται στη διάθεση των check-in counters σε κάθε πτήση. Το μοντέλο εξετάζει είτε την πραγματοποίηση του check-in από συγκεκριμένα για κάθε πτήση counters, με βάση κάποιον από το χρήστη καθοριζόμενο κανόνα (π.χ. 2 check-in counters για πτήσεις μέχρι 250 επιβατών και 3 για μεγαλύτερο) είτε από μια ομάδα counters για όλες τις εντός και αντίστοιχα εκτός Schengen πτήσεις. Επίσης επισημαίνονται οι χρονικές περίοδοι στις οποίες τα διαθέσιμα counters δεν επαρκούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του καθορισμένου κανόνα, όμως η οποιαδήποτε μεταβολή πρέπει να γίνει χειροκίνητα από το χρήστη· το μοντέλο δεν έχει κάποια πολιτική διαχείρισης της περιορισμένης διαθεσιμότητας.

Όλοι οι ρυθμοί εξυπηρέτησης ανά θέση (c^*) είναι μέσες τιμές και λαμβάνονται σταθεροί στη διάρκεια της ημέρας. Οι αντίστοιχες θέσεις σε λειτουργία (n^*) μπορούν προφανώς να διαφοροποιηθούν για κάθε χρονική στιγμή T. Ο σταθερός ρυθμός εξυπηρέτησης είναι μια πολύ καλή προσέγγιση για τον έλεγχο ασφαλείας (de Neufville and Odoni, 2003), στη διαδικασία του check-in όμως εμφανίζεται ένα μεγαλύτερο εύρος τιμών.

Θεωρητικά διαφοροποιήσεις του ρυθμού εξυπηρέτησης μέσα στην ημέρα (π.χ. απασχόληση επιπλέον ατόμων ανά θέση σε ώρες αιχμής) μπορούν λογιστικά να ληφθούν υπόψη με την ανάλογη τροποποίηση του αριθμού θέσεων σε λειτουργία (n^*) (ο οποίος στην πραγματικότητα δεν έχει μεταβληθεί), αφού ο συνολικός ρυθμός εξυπηρέτησης προκύπτει ως το γινόμενο $c^* \cdot n^*$. Αυξομειώσεις του ρυθμού εξυπηρέτησης προκύπτουν και ως συνάρτηση του μήκους της ουράς. Έχει παρατηρηθεί (de Neufville and Odoni, 2003) ότι μεγάλες ουρές οδηγούν σε μικρότερους χρόνους εξυπηρέτησης στο διαβατηριακό έλεγχο, αλλά σε μεγαλύτερο χρόνο εξυπηρέτησης στο check-in.

Γίνεται η παραδοχή ότι σε όλες τις εγκαταστάσεις η πολιτική εξυπηρέτησης είναι First In First Out, καθώς και ότι η ανάγκη αναμονής προκύπτει μόνο όταν ο αριθμός των επιβατών που αναμένει να εξυπηρετηθεί (επιβάτες που έφθασαν σε μια χρονική περίοδο στην εγκατάσταση και επιβάτες που ανέμεναν στο τέλος της προηγούμενης περιόδου) είναι μεγαλύτερος από τη δυνατότητα εξυπηρέτησης της εγκατάστασης. Αγνοούνται δηλαδή στοχαστικές καθυστερήσεις.

Ο εκτιμώμενος («μέσος») χρόνος αναμονής ενός τυχαίου επιβάτη που εισέρχεται στην ουρά μιας εγκατάστασης τη χρονική περίοδο T , $E[W_{qT}]$, υπολογίζεται ως $E[W_{qT}] (\text{min}) = w_{(T-1)} * 10 / (c^* * n_T^*)$, όπου $w_{(T-1)}$ είναι ο αριθμός των επιβατών στην ουρά την προηγούμενη χρονική περίοδο, c^* ο ρυθμός εξυπηρέτησης ανά θέση και n_T^* ο αριθμός των θέσεων σε λειτουργία τη χρονική περίοδο T .

Από τις άνω παραδοχές και απλουστεύσεις, άλλες δικαιολογούνται επαρκώς από τη φύση του προβλήματος και άλλες έγιναν (ή έγιναν σε μεγαλύτερο βαθμό) λόγω του χρονικού περιορισμού της εργασίας. Για τις τελευταίες σχολιάζονται προτάσεις βελτίωσής τους στο τελευταίο κεφάλαιο των Συμπερασμάτων – προτάσεων.

4 Ελληνικά αεροδρόμια

4.1 Δίκτυο αεροδρομίων - Κατηγορίες

Το δίκτυο αεροδρομίων της Ελλάδας που εξυπηρετούν επιβατική κίνηση αποτελείται από 39 αεροδρόμια (αμιγούς πολιτικής και μικτής πολιτικής – στρατιωτικής χρήσης).

Τα αεροδρόμια αυτά κατηγοριοποιούνται από την Υ.Π.Α. σε διεθνή, εσωτερικού – νομοθετημένα σημεία εισόδου – εξόδου, εσωτερικού – μη νομοθετημένα σημεία εισόδου – εξόδου, αμιγώς εσωτερικού. Η κατηγοριοποίηση βασίζεται κυρίως στην ύπαρξη και λειτουργία υπηρεσιών τελωνείου και διαβατηριακού ελέγχου και κατά περίπτωση έχει κάποια ως πολύ μικρή συσχέτιση με τα επίπεδα κίνησης και τα χαρακτηριστικά αυτής (ποσοστό εσωτερικού – εξωτερικού, ποσοστό τακτικών – έκτακτων πτήσεων κτλ) που εξυπηρετεί το αντίστοιχο αεροδρόμιο.

Πίνακας 08. Κατηγορίες αεροδρομίων που εξυπηρετούν επιβατική κίνηση σύμφωνα με την Υ.Π.Α.

Διεθνή αεροδρόμια	Νομοθετημένα σημεία εισόδου - εξόδου	Μη νομοθετημένα σημεία εισόδου - εξόδου	Αεροδρόμια εσωτερικού
Αθήνα	Άκτιο	Κάρπαθος	Αστυπάλαια
Αλεξανδρούπολη	Άραξος	Μήλος	Ικαρία
Ζάκυνθος	Ιωάννινα	Νάξος	Κάλυμνος
Ηράκλειο	Καστοριά	Πάρος	Κάσος
Θεσσαλονίκη	Μύκονος	Χίος	Καστελόριζο
Καβάλα	Νέα Αγχίαλος		Κοζάνη
Καλαμάτα	Σαντορίνη		Κύθηρα
Κέρκυρα	Σητεία		Λέρος
Κεφαλονιά	Σκιάθος		Σκύρος
Κως			Σύρος
Λήμνος			
Μυτιλήνη			
Ρόδος			
Σάμος			
Χανιά			

Πηγή: Επεξεργασία από Υ.Π.Α. Στην πλήρη εκδοχή περιλαμβάνει ακόμα στην κατηγορία εσωτερικού τη Μονάδα Εξυπηρέτησης Πτήσεων Γενικής Αεροπορίας στα Μέγαρα, καθώς και τα κλειστά αεροδρόμια.

Μια άλλη κατάταξη είναι η Κοινοτική κατάταξη κατηγοριών αεροδρομίων του Διευρωπαϊκού Δικτύου. Τα αεροδρόμια με ετήσια κίνηση μικρότερη των 100000 επιβατών δεν κατατάσσονται σε κάποια κατηγορία καθώς η μεθοδολογία της κατάταξης θεωρεί ότι εξυπηρετούν ως επί των πλείστων κινήσεις εσωτερικού εξαιτίας περιορισμού του μήκους του διαδρόμου.

Κάτι τέτοιο δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα αρκετών ελληνικών αεροδρομίων που είτε εξυπηρετούν κατ' εξοχήν πτήσεις εξωτερικού (Άραξος – 75497 – 98% εξωτερικού, Νέα Αγχίαλος – 92574 – 98% εξωτερικού) είτε εξυπηρετούν πράγματι κυρίως πτήσεις εσωτερικού, χωρίς αυτό να προκύπτει από το περιορισμένο μήκος του διαδρόμου (Λήμνος – 3016μ, Σητεία – 2078μ, Σκύρος – 3000μ).

Πίνακας 09.

① Διεθνή Σημεία Σύνδεσης (>5000000)	② Κοινοτικά Σημεία Σύνδεσης (>1000000)	③ Περιφερειακά Σημεία Πρόσβασης (>250000)	④ (>100000)
Αθήνα	Θεσσαλονίκη	Άκτιο	Αλεξανδρούπολη
Ηράκλειο	Κέρκυρα	Ζάκυνθος	Κάρπαθος
	Κως	Καβάλα	Σκιάθος
	Χανιά	Κεφαλονιά	Χίος
	Ρόδος	Μύκονος	Καλαμάτα
		Μυτιλήνη	
		Σάμος	
		Σαντορίνη	

Γίνεται εμφανές ότι κατατάξεις των αεροδρομίων ανάλογα μόνο με την ετήσια κίνηση ή ακόμα περισσότερο σε διεθνή, νομοθετημένα σημεία εισόδου – εξόδου κτλ δεν δημιουργούν κατηγορίες με παρεμφερή χαρακτηριστικά κίνησης. Εξάλλου στη νέα προτεινόμενη μεθοδολογία σχεδιασμού για το Διευρωπαϊκό Δίκτυο εισάγονται και γεωγραφικά κριτήρια (όπως η τοποθεσία σε νησί, η απόσταση από άλλο αεροδρόμιο που ανήκει στο Δίκτυο).

Εξετάζοντας τη συνολική ετήσια κίνηση των ελληνικών αεροδρομίων γίνεται εμφανής ο σχηματισμός μιας κατηγορίας που αποτελούν τα αεροδρόμια Αθηνών, Θεσσαλονίκης, Ηρακλείου και Ρόδου με κίνηση πάνω από 4 εκατομμύρια επιβάτες. Το τελευταίο της κατηγορίας (Θεσσαλονίκη) απέχει σημαντικά από το αμέσως επόμενο σε κίνηση, το αεροδρόμιο της Κω (1.926.376 επιβάτες). Θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ως «μεγάλα» ή ως Διεθνή Σημεία Σύνδεσης σύμφωνα με την ορολογία του Διευρωπαϊκού Δικτύου αυτά τα 4 αεροδρόμια και ως περιφερειακά τα υπόλοιπα 35 αεροδρόμια και αυτά χωριζόμενα στη συνέχεια σε δυο ακόμα κατηγορίες.

Προφανώς ο χαρακτηρισμός ενός αεροδρομίου ως περιφερειακό δεν βασίζεται σε κάποιο απόλυτο κριτήριο κίνησης (π.χ. 4 εκατομμυρίων επιβατών – εξάλλου και η Ρόδος πρώτη φορά το 2011

ξεπέρασε το νούμερο αυτό), όσο στη σημαντική διαφορά της κίνησής τους από την ομάδα των τεσσάρων πρώτων και κυρίως στην απουσία των χαρακτηριστικών που θα επέτρεπαν μια σημαντική κίνηση εσωτερικού και την ύπαρξη τακτικών πτήσεων εξωτερικού.

Τα περιφερειακά αεροδρόμια μπορούν, για της ανάγκες αυτής της εργασίας, να χωριστούν σε δυο κατηγορίες:

- σε αυτά που έχουν ήδη σημαντική εποχική κίνηση εξωτερικού ή έχουν τη δυνατότητα να εξυπηρετήσουν αεροσκάφη τέτοια που να διαφοροποιούν τα χαρακτηριστικά της κίνησης από την υπάρχουσα και την αντίστοιχη περιοχή επιρροής.
- όλα τα υπόλοιπα

Για παράδειγμα, η Νάξος εξυπηρετεί πτήσεις charter όμως η συχνότητά τους και κυρίως ο περιορισμός του διαδρόμου στον τύπο του αεροσκάφους που χρησιμοποιείται (Dash 8Q-300) δεν διαφοροποιεί την κίνηση σε σχέση με την κίνηση εσωτερικού όλου του χρόνου (max. 2 πτήσεις την ημέρα με Dash 8Q-100), οπότε ταξινομείται στη δεύτερη κατηγορία.

Στη Χίο η κίνηση εξωτερικού αποτελεί το 10% περίπου της συνολικής ετήσιας κίνησης όμως η χρησιμοποίηση αεροσκαφών A320 και B737 διαφοροποιεί τα χαρακτηριστικά της κίνησης σε σχέση με τον υπόλοιπο χρόνο (δυσμενέστερη περίπτωση η ταυτόχρονη εξυπηρέτηση ενός Dash 8 και ενός BAe 146-300).

Η κατηγοριοποίηση αυτή έχει αρκετά κοινά στοιχεία, χωρίς να ταυτίζεται ή να έχει τον ίδιο στόχο, με τα τρία επίπεδα του προτεινόμενου συστήματος αεροδρομίων των Νικολαΐδη, Βλαχοδημητρόπουλου, Παπαοικονόμου (2011).

Στην επόμενη παράγραφο δίνονται τα βασικότερα στοιχεία της κίνησης των 39 αεροδρομίων ταξινομημένων στις τρεις προαναφερθείσες κατηγορίες. Λεπτομερέστερα στοιχεία της κίνησης δίνονται για τα αεροδρόμια εφαρμογής στο επόμενο κεφάλαιο.

4.2 Επιβατική κίνηση

Πίνακας 10.

	Εσωτερικού	Εξωτερικού	Ποσοστό εξωτερικού στη συνολική	Συνολική κίνηση 2011	Μεταβολή σε σχέση με 2010
Αθήνα	4864175	9461330	66,05%	14325505	-6,39%
Θεσσαλονίκη	1487972	2470503	62,41%	3958475	1,22%
Ηράκλειο	920636	4326371	82,45%	5247007	6,92%
Ρόδος	676463	3471923	83,69%	4148386	15,66%

Πηγή: Επεξεργασία από Υ.Π.Α.

Πίνακας 11.

	Εσωτερικού	Εξωτερικού	Ποσοστό εξωτερικού στη συνολική	Συνολική κίνηση 2011	Μεταβολή σε σχέση με 2010
Άκτιο	4891	289265	98,34%	294156	0,58%
Αλεξανδρούπολη	236174	2091	0,88%	238265	-17,40%
Άραξος	817	74680	98,92%	75497	-4,65%
Ζάκυνθος	25191	895510	97,26%	920701	5,70%
Καβάλα	93271	159036	63,03%	252307	-14,82%
Καλαμάτα	27999	71452	71,85%	99451	3,66%
Κάρπαθος	59432	121652	67,18%	181084	13,06%
Κέρκυρα	264338	1579835	85,67%	1844173	5,70%
Κεφαλονιά	48309	298088	86,05%	346397	-2,69%
Κως	220921	1705302	88,53%	1926223	18,37%
Λήμνος	80166	12786	13,76%	92952	-14,96%
Μύκονος	224125	258684	53,58%	482809	11,64%
Μυτιλήνη	344580	124800	26,59%	469380	-7,34%
Νέα Αγχίαλος	1920	90654	97,93%	92574	69,70%

Σάμος	172672	236048	57,75%	408720	-0,45%
Σαντορίνη	377473	408074	51,95%	785547	8,78%
Σητεία	39604	0	0,00%	39604	1,92%
Σκιάθος	20473	226185	91,70%	246658	7,02%
Χανιά	449211	1325497	74,69%	1774708	7,24%
Χίος	209661	19839	8,64%	229500	-14,09%

Πηγή: Επεξεργασία από Υ.Π.Α.

Πίνακας 12.

	Εσωτερικού	Εξωτερικού	Ποσοστό εξωτερικού στη συνολική	Συνολική κίνηση 2011	Μεταβολή σε σχέση με 2010
Αστυπάλαια	13349	1	0,01%	13350	-1,90%
Ικαρία	37534	0	0,00%	37534	46,25%
Ιωάννινα	88271	326	0,37%	88597	-26,18%
Κάλυμνος	24249	0	0,00%	24249	12,44%
Κάσος	4866	0	0,00%	4866	-0,37%
Καστελόριζο	8723	0	0,00%	8723	11,59%
Καστοριά	5249	0	0,00%	5249	73,87%
Κοζάνη	3613	0	0,00%	3613	113,53%
Κύθηρα	24906	2485	9,07%	27391	23,18%
Λέρος	30900	6	0,02%	30906	6,32%
Μήλος	30351	0	0,00%	30351	-4,93%
Νάξος	24475	1308	5,07%	25783	11,56%
Πάρος	36271	0	0,00%	36271	6,04%
Σκύρος	4480	8	0,18%	4488	-2,63%
Σύρος	9857	15	0,15%	9872	-29,36%

Πηγή: Επεξεργασία από Υ.Π.Α.

4.3 Εξέλιξη κίνησης

Λογικό ακόλουθο της παράθεσης στοιχείων κίνησης είναι η εκτίμηση της εξέλιξης της κίνησης. Προφανώς, μια τέτοια διαδικασία θα μπορούσε να αποτελεί αντικείμενο ξεχωριστής εργασίας και στην πλήρη της έκταση ξεπερνά τους σκοπούς της παρούσας εργασίας. Μπορούμε όμως να δούμε αφενός μερικά στοιχεία για τη διαδικασία της πρόβλεψης και αφετέρου να εξετάσουμε τους σημαντικότερους παράγοντες που αναμένεται να επηρεάσουν την επιβατική κίνηση των ελληνικών περιφερειακών αεροδρομίων.

4.3.1 Πρόβλεψη κίνησης και σχεδιασμός

Η βασική ιδέα της πρόβλεψης είναι η εκτίμηση των παρελθόντων τάσεων και η προβολή τους στο μέλλον. Ως ιδέα είναι απλή, αλλά η εφαρμοσιμότητά της αμφισβητήσιμη. Για την εκτίμηση των παρελθόντων τάσεων γίνονται αναπόφευκτα παραδοχές, κάτι που αυξάνει την υποκειμενικότητα του αποτελέσματος. Την ίδια επίδραση έχει και η επιλογή του εύρους των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν (στην περίπτωση μας κατ' αρχήν το χρονικό εύρος).

Με την έναρξη, επίσης, οποιασδήποτε προσπάθειας πρόβλεψης ενός μεγέθους (εδώ της επιβατικής κίνησης) καθίσταται αναγκαία και η πρόβλεψη επιπλέον παραγόντων (στην περίπτωση μας για παράδειγμα της ξενοδοχειακής υποδομής, συνολικού κόστους διακοπών, ΑΕΠ χωρών προέλευσης τουριστών κ.α.).

Τα χαρακτηριστικά αυτά καθώς και η εμπειρία που έχει αποκτηθεί με προβλέψεις σε διάφορα αντικείμενα στα οποία υπεισέρχεται η ανθρώπινη συμπεριφορά έχουν οδηγήσει στη διατύπωση των απόψεων πως αφενός η πρόβλεψη είναι τέχνη και όχι επιστήμη και αφετέρου η πρόβλεψη είναι «πάντα λάθος» (de Neufville and Odoni, 2003).

Ειδικά στο με αυξανόμενο βαθμό απελευθέρωσης χώρο των αερομεταφορών, οι προβλέψεις αναμένεται να αποδειχθούν περισσότερο αναξιόπιστες απ' όσο υπήρξαν στο παρελθόν. Είναι εύλογο να υποστηριχθεί λοιπόν ότι ο σχεδιασμός πρέπει να απομακρυνθεί από μια συγκεκριμένη εκτίμηση για την κίνηση και να επικεντρωθεί σε ένα εύρος εκδοχών – να πραγματοποιηθεί δηλαδή λαμβάνοντας κατ' αρχήν υπόψη την ευκολία προσαρμογής.

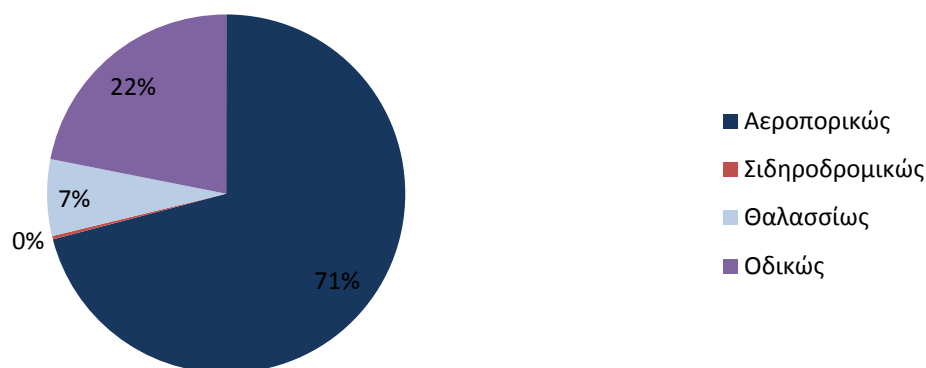
Η έλλειψή της εξάλλου, όπως είδαμε και στην παράγραφο των «ιδιαιτεροτήτων», δημιούργησε άμεσα προβλήματα στα ελληνικά περιφερειακά αεροδρόμια με την εφαρμογή της συνθήκης του Schengen. Οι πολιτικές αποφάσεις και συμφωνίες είναι άρα μια από τις μη μετρήσιμες παραμέτρους που υπεισέρχονται στην πρόβλεψη. Σημαντική επίδραση όχι στη συνολική κίνηση, αλλά στην κατανομή σε εντός και εκτός Schengen θα έχει και μια πιθανή ένταξη στις «εντός Schengen» χώρες της Αγγλίας, από την οποία προέρχεται περίπου το 10% των τουριστών που επισκέπτονται την Ελλάδα.

Γίνεται σαφές ότι μεγαλύτερη αξία από μια τεκμηριωμένη εκτίμηση της κίνησης έχει ο σχεδιασμός που λαμβάνει υπόψη του ένα σημαντικό εύρος πιθανών εξελίξεων και αβεβαιότητας και προβλέπει την ευελιξία προσαρμογής στις διαφορετικές ανάγκες. Εξάλλου μια σωστή διαδικασία πρόβλεψης θα οδηγούσε έτσι κι αλλιώς σε μεγάλο εύρος αποτελεσμάτων (de Neufville and Odoni, 2003).

4.3.2 Επιβατική κίνηση και τουρισμός

Ηχεί τετριμμένο και τον τελευταίο καιρό επαναλαμβάνεται από πλήθος διαφόρων ενδιαφερομένων, αποτελεί όμως γεγονός ότι ο τουρισμός ευθύνεται για παραπάνω από το 20% του ΑΕΠ της χώρας. Λαμβάνοντας υπόψη το ότι 71% των τουριστών φτάνει στην Ελλάδα με αεροπλάνο γίνεται κατανοητή η σημασία των αεροπορικών μεταφορών – και των υποδομών τους - για την οικονομία της χώρας.

Σχήμα 04. Αφίξεις μη κατοίκων κατά μέσο μεταφοράς
το 2010



Είναι προφανές ότι η εξέλιξη της επιβατικής κίνησης των ελληνικών αεροδρομίων είναι άμεσα συνδεδεμένη με την εξέλιξη της τουριστικής κίνησης προς την Ελλάδα. Αυτό στο οποίο πρέπει να δοθεί προσοχή είναι στο γεγονός ότι η σχέση αυτή είναι αμφίδρομη και η διαθέσιμη χωρητικότητα μπορεί να επηρεάσει την προσέλευση τουριστών – κυρίως η έλλειψή της να μειώσει την προσέλευση.

Το προηγούμενο γίνεται σαφές αν αναλογιστεί κανείς ότι η Ελλάδα υστερεί σημαντικά στην προσβασιμότητα με λοιπά, πλην αεροπλάνου, μέσα από τις κυριότερες χώρες προέλευσης των τουριστών (Γερμανία, Αγγλία, Ολλανδία, Σουηδία) σε σχέση με τις ανταγωνίστριες Ιταλία και Ισπανία. Αντιθέτως στην προσβασιμότητα με το αεροπλάνο η χώρα και ειδικότερα οι νησιωτικές περιοχές παραμένουν ανταγωνιστικές.

Η απομακρυσμένη θέση της Ελλάδας από τις κυριότερες χώρες προέλευσης των επισκεπτών της έχει αντίκτυπο στο μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής του κόστους της αεροπορικής μεταφοράς στο συνολικό κόστος διακοπών (Στεφανής, 2001) σε σχέση με τις ανταγωνίστριες της μεσογειακές ευρωπαϊκές χώρες. Η θέση επιπλέον σε συνδυασμό με τις γεωφυσικές ιδιαιτερότητες της χώρας (μεγάλοι ορεινοί όγκοι και εκτεταμένη νησιωτική περιοχή) καθιστούν το αεροπλάνο δύσκολα αντικαταστάσιμο στην επιλογή μεταφορικού μέσου.

Τα στοιχεία των δυο προηγούμενων παραγράφων καταδεικνύουν αφενός τη στενή σχέση των αερομεταφορών με τον τουρισμό. Αφετέρου κάνουν σαφή την ανάγκη για διατήρηση ή μείωση του κόστους της αεροπορικής μεταφοράς προς την Ελλάδα. Με τη μείωση του κόστους δεν εννοείται κατ' ανάγκη η απλοϊκή λύση των επιδοτήσεων για την προσέλκυση low cost carriers, αλλά και η εξάλειψη διάφορων πηγών καθυστερήσεων (σε επίπεδο ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας, δαπέδου στάθμευσης, κτιριακών εγκαταστάσεων) καθώς και ο εξορθολογισμός των τελών προσγείωσης. Από άλλη σκοπιά θα μπορούσε να εννοηθεί η ανάγκη για παροχή υπηρεσιών που να ανταποκρίνονται στο κόστος της αεροπορικής μεταφοράς.

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο της εισαγωγής οι συνήθεις μέθοδοι διαστασιολόγησης των κτιρίων επιβατών δεν είναι πάντα οι καταλληλότερες για το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων των ελληνικών περιφερειακών αεροδρομίων. Έχοντας βασιστεί στην εμπειρία κυρίως «μεγάλων» αεροδρομίων, η εφαρμογή για παράδειγμα της *τριακοστής ώρας αιχμής* σε ένα «μεσαίο / μεγάλο» αεροδρόμιο οδηγεί συνήθως σε ένα καλό επίπεδο εξυπηρέτησης. Η εφαρμογή της αντιθέτως σε ένα «μικρό» σε μέγεθος ετήσιας κίνησης, όπως είναι η πλειοψηφία των ελληνικών περιφερειακών αεροδρομίων θα οδηγούσε σε ένα χαμηλό επίπεδο εξυπηρέτησης (Ballis, 2002) για ολόκληρη την τουριστική περίοδο.

Είναι λοιπόν σαφές ότι η εκτίμηση της μελλοντικής κίνησης απλώς σε επίπεδο ετήσιας κίνησης δεν θα είχε νόημα. Χρειάζεται τουλάχιστον¹ η εκτίμηση της μηνιαίας ζήτησης και αυτή για τους μήνες αιχμής (Ιούλιο ή Αύγουστο κατά περίπτωση) χαρακτηρίζεται από την κίνηση εξωτερικού. Λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη ότι για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω ένα μεγάλο ποσοστό (σήμερα 71%) των τουριστών που θα επισκεφθούν τελικά τη χώρα θα έρθουν αναγκαστικά με αεροπλάνο μπορούμε να θεωρήσουμε την τουριστική κίνηση προς την Ελλάδα ως τη σημαντικότερη μεταβλητή στη διαδικασία πρόβλεψης της επιβατικής κίνησης του μήνα αιχμής.

Το ευχάριστο είναι ότι η εκτίμηση της τουριστικής κίνησης δεν χρειάζεται να αποτελέσει ξεχωριστό αντικείμενο της μελέτης σχεδιασμού κάποιου αεροδρομίου, αφού επιδιώκεται και από ένα μεγάλο αριθμό φορέων, οργανισμών, συλλόγων ακριβώς λόγω της υψηλής οικονομικής σημασίας του τουρισμού για τη χώρα.

¹ Αφού, όπως έχει αναφερθεί, οι αιχμές εμφανίζονται ακόμα σε περίοδο εβδομάδας ανά ημέρα και σε περίοδο ημέρας ανά ώρα.

5 Αεροδρόμιο εφαρμογής

Ηράκλειο – «Ν. Καζαντζάκης» (LGIR / HER)

Το αεροδρόμιο του Ηρακλείου ιδρύθηκε το 1937 και βρίσκεται σε απόσταση περίπου πέντε χιλιομέτρων από την πόλη. Το 1971 προσγειώθηκε η πρώτη πτήση charter από το εξωτερικό και σήμερα το αεροδρόμιο αποτελεί το δεύτερο σε συνολική ετήσια κίνηση και πρώτο σε κίνηση charter επιβατών. Το σημερινό κτίριο επιβατών έχει προκύψει από επεκτάσεις και προσθήκες στο κτίριο που ολοκληρώθηκε το 1972.

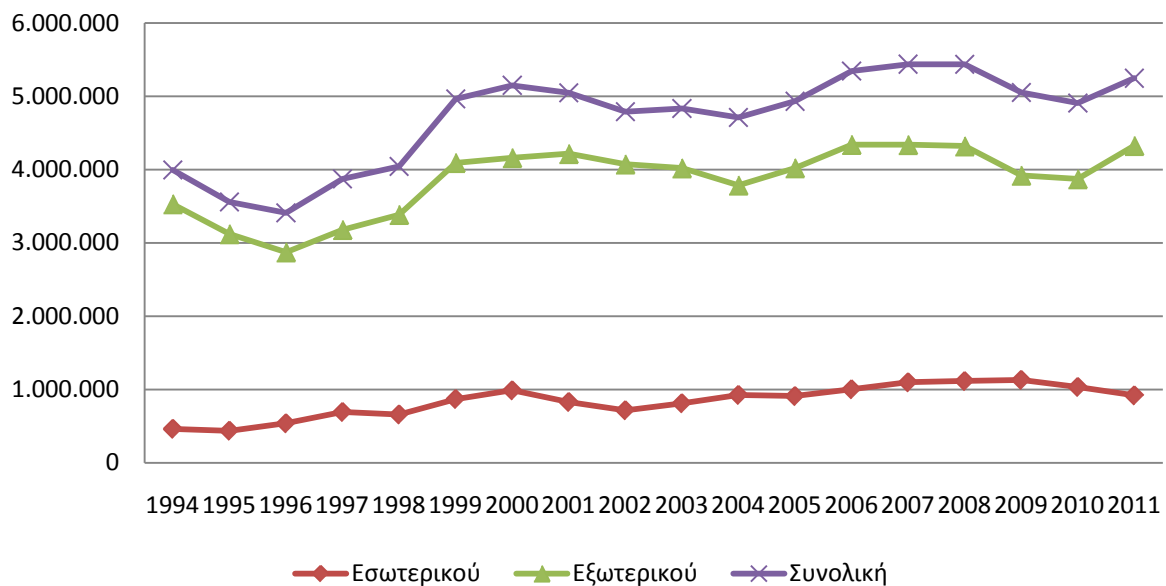
Τον Ιούλιο του 2012 παραδόθηκε μια μελέτη για την προς τα ανατολικά επέκταση του κτιρίου επιβατών, η οποία χρηματοδοτήθηκε από τον Οργανισμό Λιμένος Ηρακλείου, αλλά και το Υπουργείο Υποδομών φέρεται να ετοιμάζει την επανάληψη του διαγωνισμού για την κατασκευή νέου αεροδρομίου στο Καστέλι.

5.1 Στοιχεία κίνησης

5.1.1 Γενικά στοιχεία κίνησης

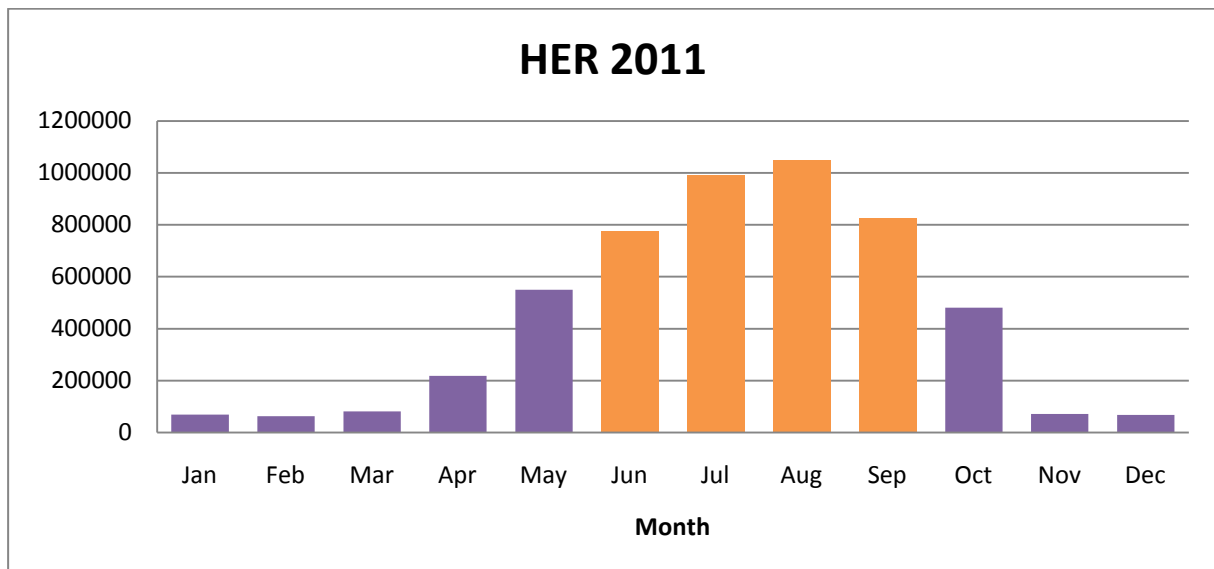
Το αεροδρόμιο του Ηρακλείου, παρότι ανήκει στην κατηγορία των αεροδρομίων «Διεθνών Σημείων Συνδέσεων» ή αεροδρομίων «πυλών», έχει χαρακτηριστικά κίνησης όμοια με αυτά των περιφερειακών αεροδρομίων. Η κίνηση εξωτερικού αποτελεί το 80% της συνολικής κίνησης και οι διακυμάνσεις της χαρακτηρίζουν και την εξέλιξη της συνολικής κίνησης, όπως είναι εμφανές και στο παρακάτω σχήμα.

Σχήμα 05. Εξέλιξη επιβατικής κίνησης αεροδρομίου Ηρακλείου (Εσωτερικού, Εξωτερικού, Συνολική)



Η κίνηση εσωτερικού, αν και δεν είναι αμετάβλητη, παρουσιάζει πολύ ομαλότερες αυξομειώσεις στη διάρκεια των ετών και τα τελευταία 9 έτη σταθεροποιείται στην τιμή του 1000000 επιβατών.

Εντυπωσιακή είναι και η ανισοκατανομή της κίνησης ανά μήνα στη διάρκεια του έτους.

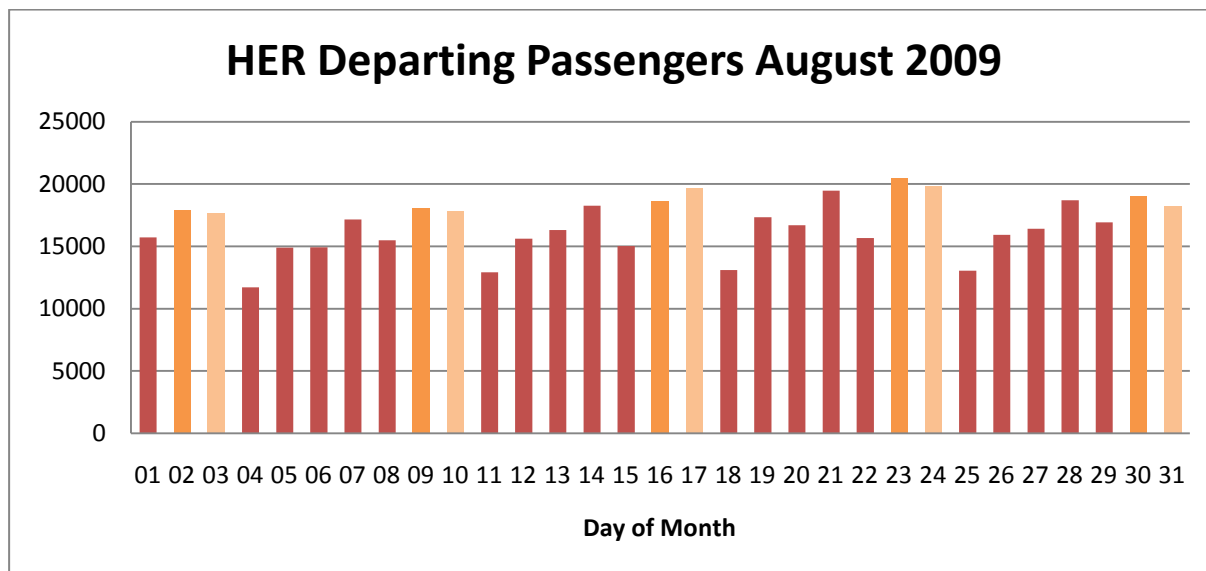


Η επιβατική κίνηση των μηνών Ιουνίου έως Αυγούστου, αποτελεί το 54% της συνολικής, το δίμηνο Ιουλίου – Αυγούστου η κίνηση είναι το 40% της συνολικής, ενώ αν συνυπολογίσει κανείς και το Σεπτέμβριο, αφού η κίνησή του είναι συγκρίσιμη με του Ιουνίου, φαίνεται πως σε διάρκεια 4 μηνών το αεροδρόμιο εξυπηρετεί το 70% της ετήσιας κίνησής του.

Ο μήνας αιχμής είναι ο Αύγουστος και τα στοιχεία της κίνησης αυτού θα δούμε αναλυτικότερα στη συνέχεια.

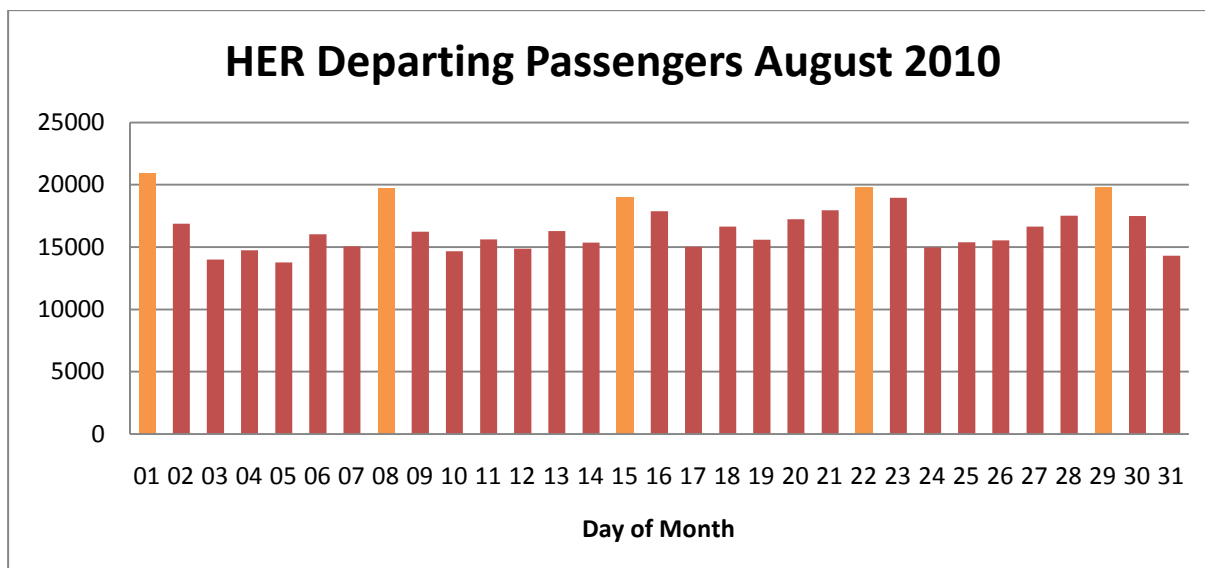
5.1.2 Ημερήσια κατανομή αναχωρήσεων

Για τον Αύγουστο του 2009 οι αναχωρούντες επιβάτες ήταν 518699 και η κατανομή τους ανά ημέρα παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα:

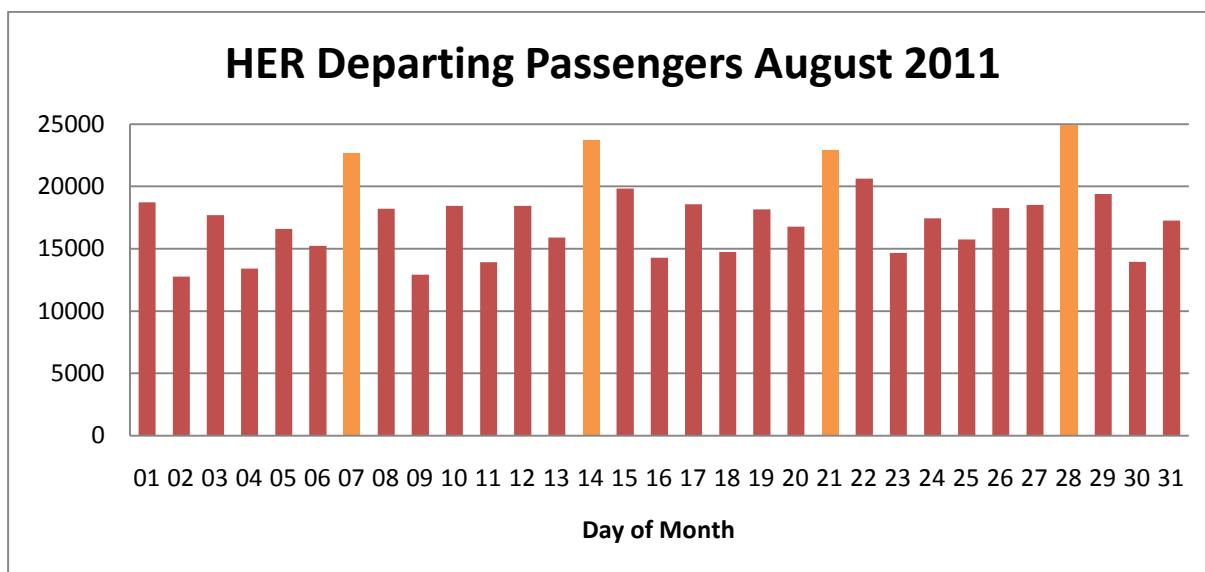


Ενώ είναι εμφανής η ανισοκατανομή της κίνησης ανά ημέρα δεν εμφανίζεται μια συγκεκριμένη ημέρα αιχμής μέσα στην εβδομάδα, με την Κυριακή και τη Δευτέρα να έχουν συγκρίσιμες κινήσεις. Οριακά η ημέρα με τη μεγαλύτερη κίνηση μέσα στο μήνα είναι η Κυριακή 23^η Αυγούστου με 20743 αναχωρούντες επιβάτες.

Τον Αύγουστο του 2010 με πρακτικά αμετάβλητη κίνηση μήνα (513742 αναχωρούντες επιβάτες) τις Κυριακές εμφανίζεται πια ξεκάθαρα αιχμή μέσα στην εβδομάδα, με την ημέρα με τη μεγαλύτερη κίνηση να είναι η Κυριακή 1^η Αυγούστου με 20899 αναχωρούντες επιβάτες.



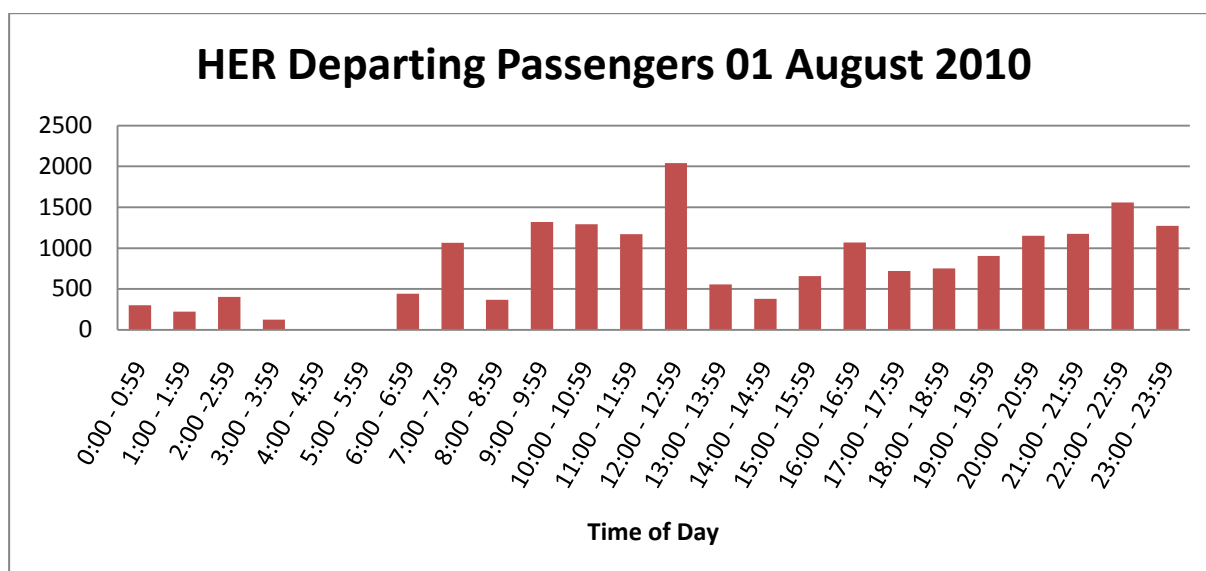
Τον Αύγουστο πλέον του 2011 οι αιχμές είναι ακόμα πιο έντονες και η συνολική κίνηση του μήνα είναι αυξημένη κατά 6% σε σχέση με το 2010 (544629 αναχωρούντες επιβάτες). Η αύξηση όμως μέσα στην ημέρα με τη μεγαλύτερη κίνηση (Κυριακή 28^η Αυγούστου) είναι 19% συγκριτικά με την αντίστοιχη της προηγούμενης χρονιάς.



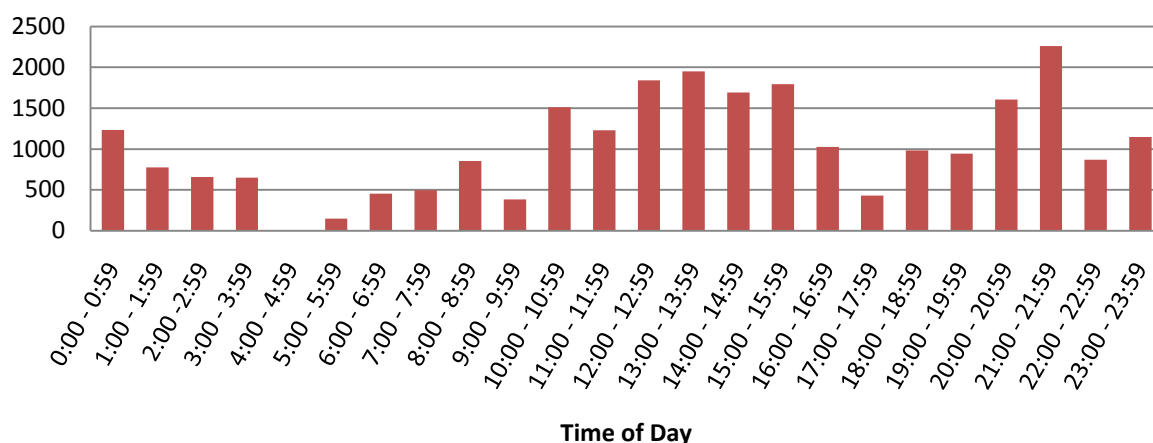
Γίνεται εμφανές λοιπόν ότι σε αεροδρόμια με εποχική κίνηση, τα στοιχεία της κίνησης σε επίπεδο μήνα, ειδικά για το μήνα αιχμής, δεν δίνουν σωστή εικόνα και για τα χαρακτηριστικά της κίνησης ανά ημέρα. Η αύξηση του 6% από το 2010 στο 2011 δεν αποδόθηκε σε κάθε ημέρα, αλλά η κίνηση των ημερών αιχμής αυξήθηκε περισσότερο (έως και 19%) ενώ άλλων ημερών οριακά έστω μειώθηκε. Το αποτέλεσμα ήταν η περεταίρω όξυνση των ήδη έντονων αιχμών.

5.1.3 Ωριαία κατανομή αναχωρήσεων

Θα δούμε στη συνέχεια την κατανομή της κίνησης στη διάρκεια της ημέρας. Για αρχή θα εξετάσουμε την ωριαία κατανομή για την εκάστοτε ημέρα με τη μεγαλύτερη κίνηση, όπως προέκυψε από την προηγούμενη παράγραφο. Προφανώς, κανένας σχεδιασμός δεν βασίζεται στις απόλυτες αιχμές, έχει ωστόσο ενδιαφέρον να δούμε ότι ακόμα και σε αυτές τις ημέρες εμφανίζεται ένα μεγάλο εύρος φόρτων, αλλά και μεγάλο εύρος του επιπέδου εξυπηρέτησης όπως θα φανεί και παρακάτω με την εφαρμογή του μοντέλου.



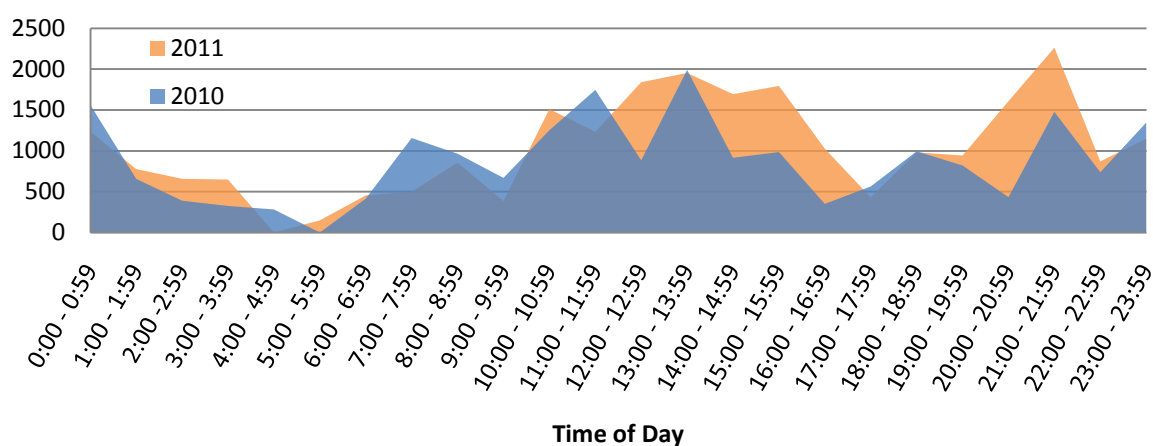
HER Departing Passengers 28 August 2011

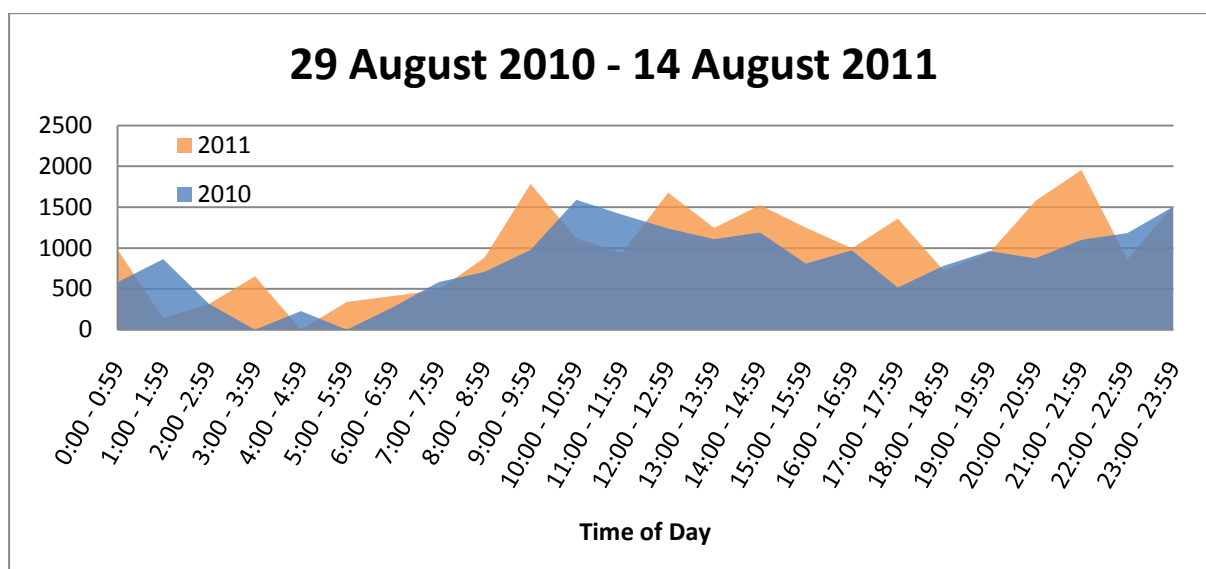


Κάθε χρόνο σημειώνεται αύξηση του φόρτου της ώρας με τη μεγαλύτερη κίνηση κατά περίπου 13%, φτάνοντας το 2011 στους 2261 αναχωρούντες επιβάτες. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον έχει όμως το γεγονός ότι η μεσημεριανή αιχμή διατηρείται σε επίπεδο κίνησης και επιμηκύνεται χρονικά και αρχίζει να διαμορφώνεται μια εντονότερη βραδινή αιχμή.

Το παραπάνω γίνεται σαφές στα ακόλουθα δυο σχήματα της σύγκρισης των ωριαίων φόρτων μεταξύ 2010 και 2011 και για τις δυο πρώτες σε κίνηση μέρες του Αυγούστου.

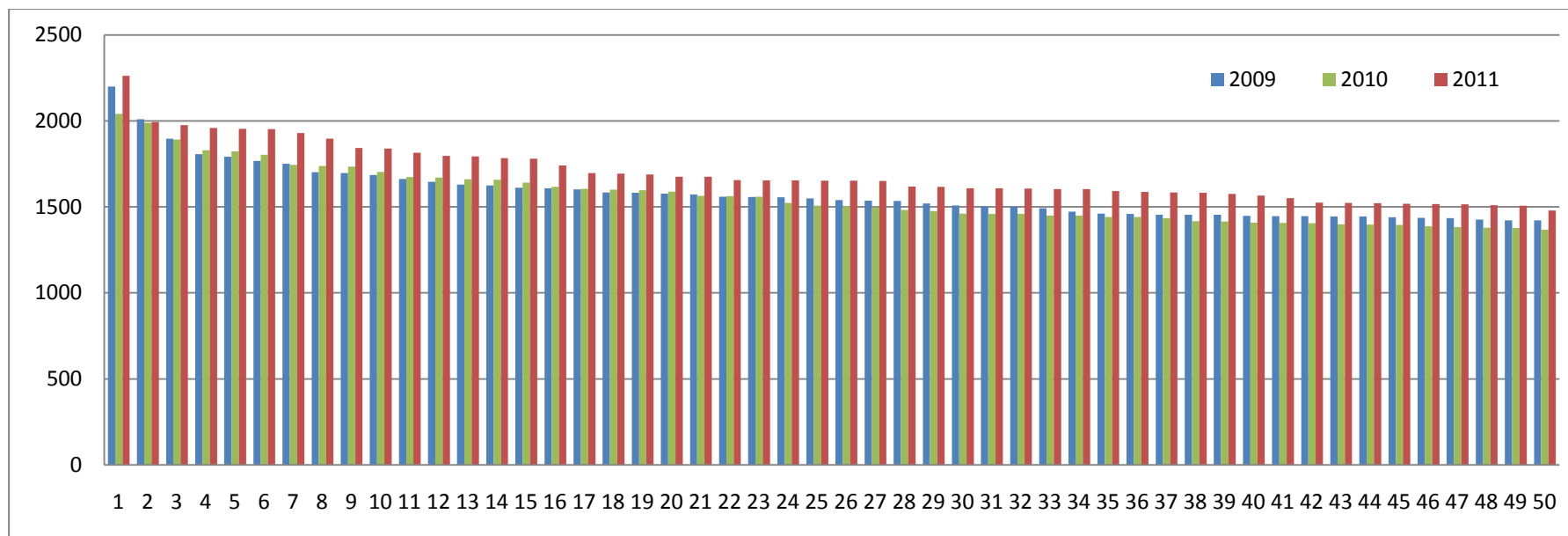
01 August 2010 - 28 August 2011





Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι μέγιστοι φόρτοι δεν αποτελούν βάση σχεδιασμού, η παρουσίαση της σύγκρισης έχει σκοπό να αναδείξει το γεγονός ότι η αύξηση της κίνησης μεταξύ δυο διαδοχικών ετών προστίθεται σε ήδη επιβαρυνμένες μέρες. Οι αεροπορικές εταιρείες εμφανίζονται για διάφορους λόγους διατεθειμένες να επωμιστούν το κόστος των καθυστερήσεων και της χαμηλότερης ποιότητας εξυπηρέτησης των επιβατών, παρά να κάνουν χρήση ημερών με σαφώς χαμηλότερη κίνηση. Περισσότερες λεπτομέρειες για τους λόγους που συμβαίνει αυτό και προτάσεις βελτίωσης ο Σπανάκης (2012).

5.1.4 Κατάταξη ωριαίων φόρτων



Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται οι 50 μεγαλύτεροι ωριαίοι φόρτοι. Μεταξύ 2009 και 2010 δεν παρουσιάζουν αξιόλογη μεταβολή, το 2011 εμφανίζονται κατά μέσο όρο αυξημένοι κατά 8,50% σε σχέση με το 2010, ενώ για όλες τις χρονιές σταθεροποιούνται από τον 15^ο – 16^ο ωριαίο φόρτο. Με εξαίρεση το 2011, ο μεγαλύτερος ωριαίος φόρτος δεν εμφανίζεται την ημέρα με τη μεγαλύτερη κίνηση.

5.2 Υποδομή κτιρίου επιβατών

Στην παράγραφο αυτή δίνονται συνοπτικά τα δεδομένα που αφορούν στις λειτουργικές εγκαταστάσεις του αεροδρομίου, αυτές δηλαδή μόνο που αναπαριστούνται από το μοντέλο.

Πίνακας 13. Σύνολο θέσεων εξυπηρέτησης και αντίστοιχης επιφάνειας αναμονής για τις διάφορες εγκαταστάσεις

Διαδικασία	Περιοχή	Θέσεις εξυπηρέτησης	Επιφάνεια αναμονής ¹ (m ²)
Σύνολο		48	805 + (220)
Check-in	Εντός Schengen	25	310 + 70 + (220)
	Εκτός Schengen	8	125
	Εναλλασσόμενης χρήσης	15	300
	Σύνολο	8	120 + (90)
Διαβατηριακός έλεγχος	Εναλλασσόμενης χρήσης	6	65 + (40)
	Εκτός Schengen	2	55 + (50)
	Σύνολο	8	205 + (60)
	Εντός Schengen	4	180 + (60)
Έλεγχος ασφαλείας	Εκτός Schengen	2	10
	Εναλλασσόμενης χρήσης	2	15
	Σύνολο		2700
	Εντός Schengen		960
Αίθουσες αναμονής	Εκτός Schengen		650
	Εναλλασσόμενης χρήσης		690 + 400

¹ Οι τιμές σε παρένθεση αφορούν σε επιφάνειες που δεν προορίζονται για σχηματισμό ουρών, αλλά στην πράξη χρησιμοποιούνται ή δύνανται να χρησιμοποιηθούν για περιορισμένα διαστήματα.

5.3 Εφαρμογή μοντέλου

Η εφαρμογή του μοντέλου έγινε με τα δεδομένα της προηγούμενης παραγράφου για τις εγκαταστάσεις του αεροδρομίου, το τελικά πραγματοποιηθέν πρόγραμμα πτήσεων, όπως αυτό καταγράφηκε από την Υ.Π.Α. και τις επιλογές χρόνων και κριτηρίων όπως αυτές παρουσιάστηκαν στις παραγράφους 3.3 έως 3.5 και τις παραδοχές της παραγράφου 3.6.

5.3.1 28 Αυγούστου 2011

5.3.1.1 Πρόγραμμα πτήσεων

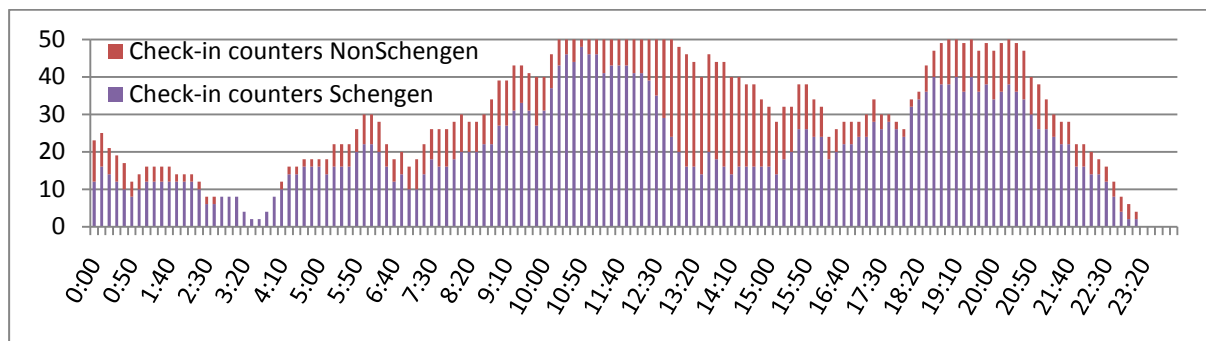
Το πρόγραμμα πτήσεων της ημέρας βρίσκεται στο παράρτημα. Περιλαμβάνει 161 αναχωρήσεις, εκ των οποίων το 81% είναι πτήσεις charter. Στο σύνολο των αναχωρούντων επιβατών η αναλογία των επιβατών charter πτήσεων είναι ελαφρώς μεγαλύτερη, 88%. Το 70% των πτήσεων (67% των επιβατών) έχει προορισμό αεροδρόμιο εντός Schengen χώρας και τα αντίστοιχα ποσοστά για εκτός Schengen είναι προφανώς 30% των πτήσεων και 33% των επιβατών.

Περιλαμβάνει ένα εύρος αεροσκαφών με χωρητικότητες από 29 έως 268 με μέση τιμή 169 επιβάτες (η χωρητικότητα περίπου ενός Airbus A320 ή ενός Boeing B737-800). Χαρακτηριστικό του προγράμματος είναι η μεγάλη πληρότητα, με μέση τιμή για το 93% για τις charter και το 80% για τις προγραμματισμένες πτήσεις. Τέλος οι πτήσεις με περισσότερους από 250 αναχωρούντες επιβάτες είναι πέντε.

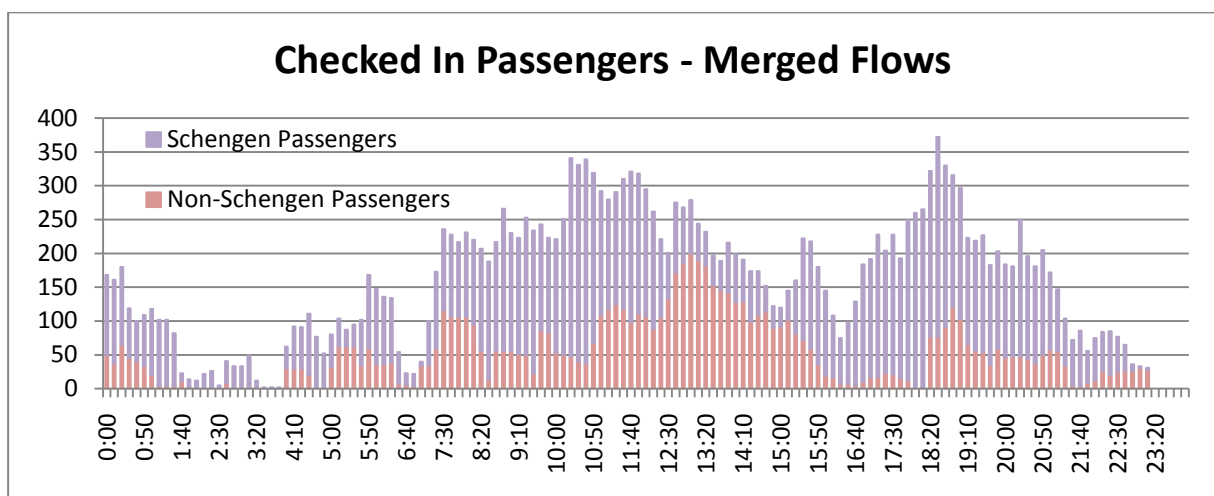
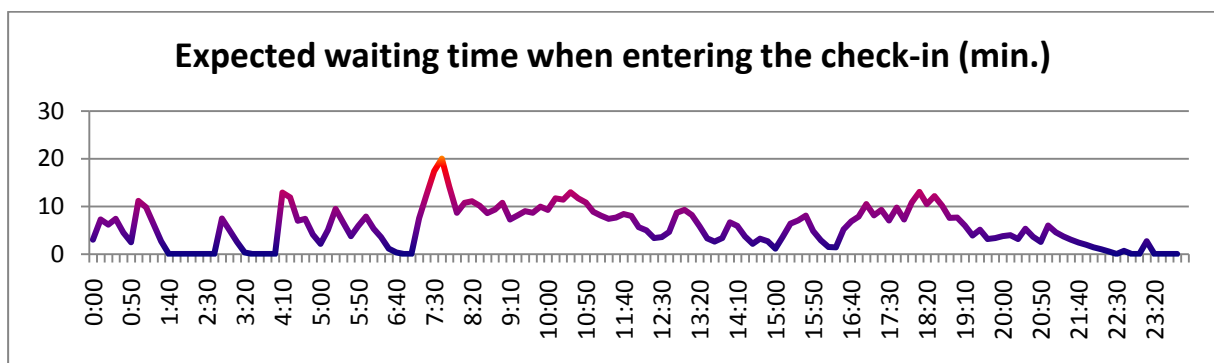
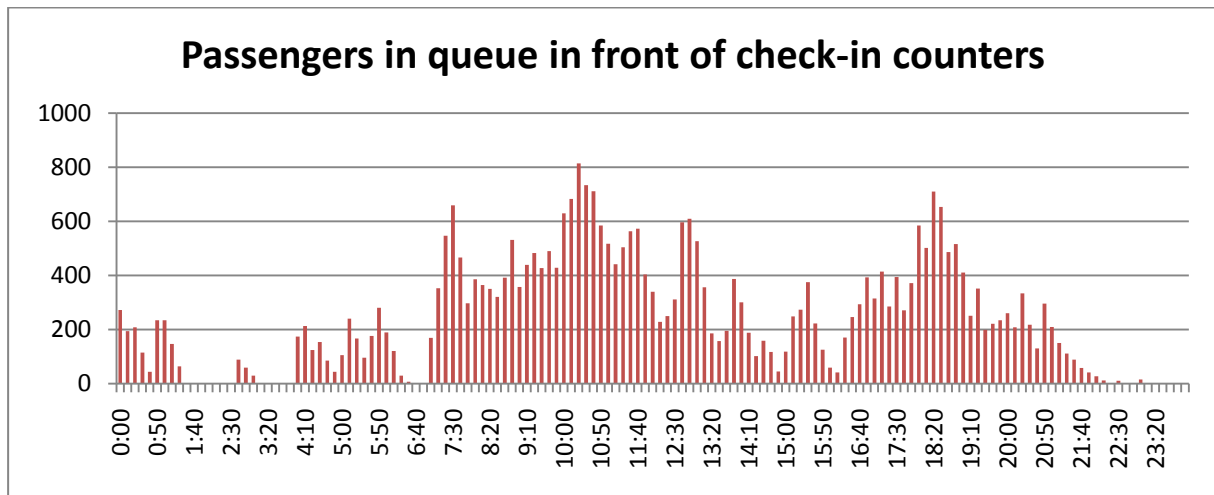
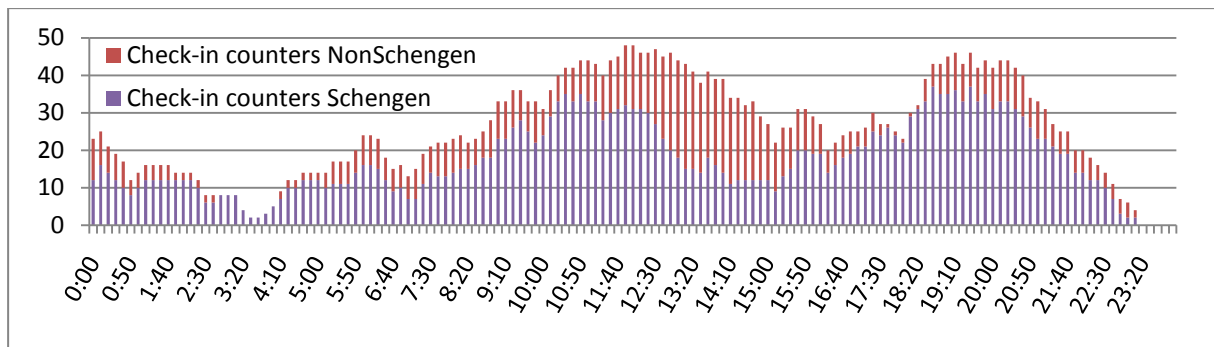
Για όλες τις πτήσεις charter χρησιμοποιήθηκε η κατανομή άφιξης 4, για τις προγραμματισμένες πτήσεις εξωτερικού η κατανομή 3 και για τις προγραμματισμένες πτήσεις εσωτερικού η κατανομή 1.

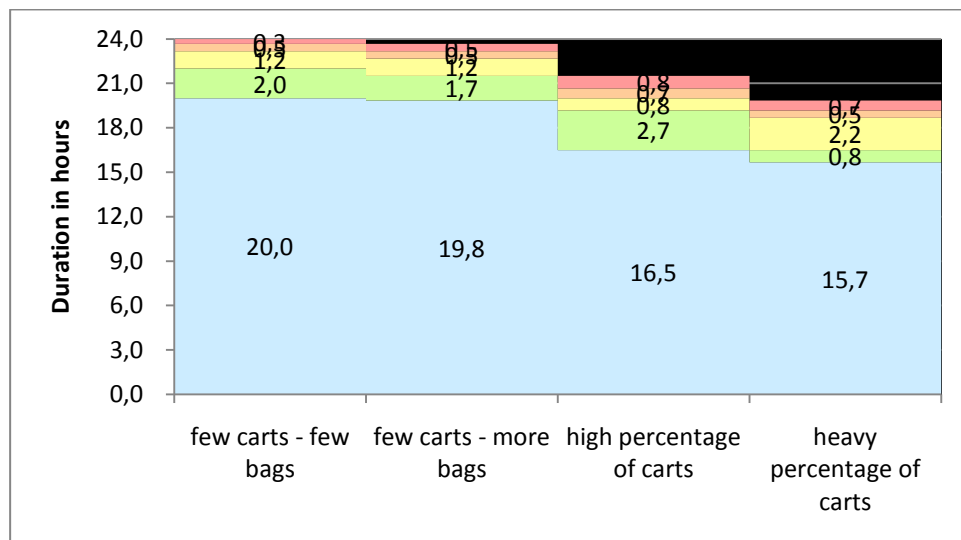
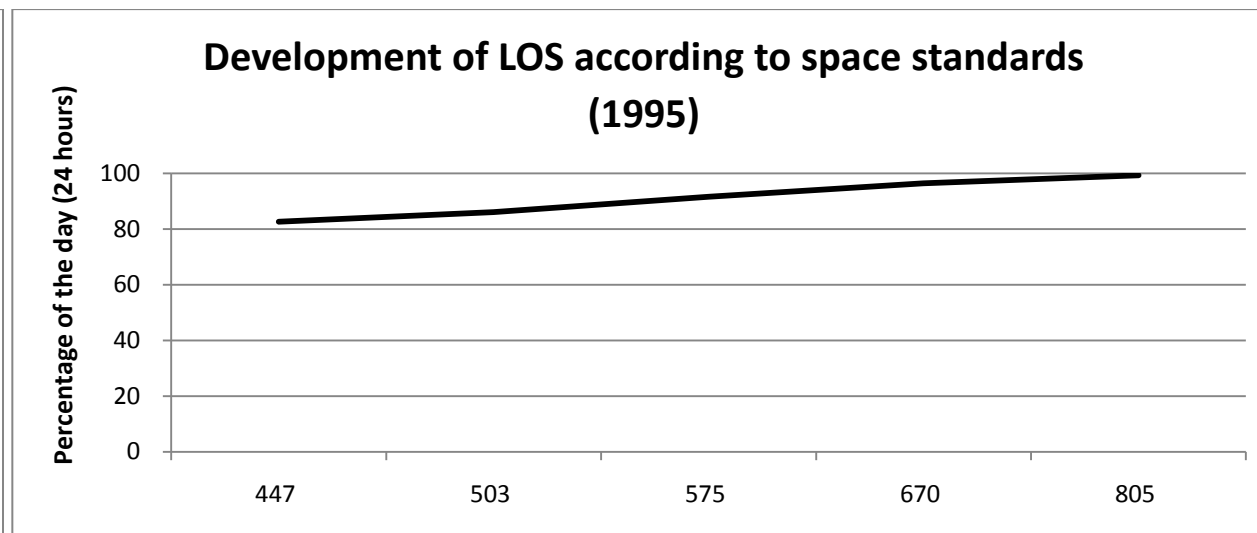
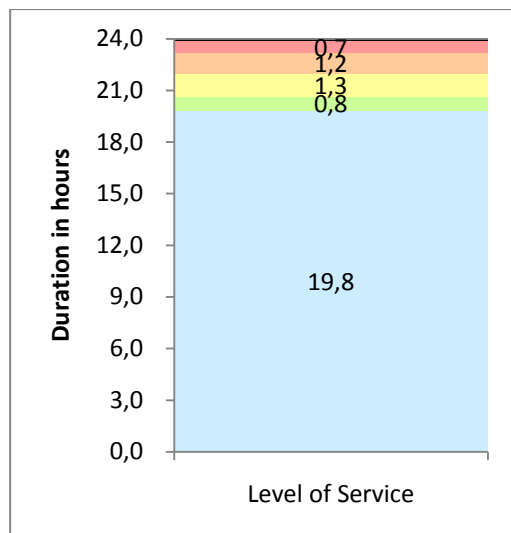
5.3.1.2 Check-in

Για τη διαδικασία του check-in επιλέχθηκε μέσος χρόνος εξυπηρέτησης 40s / επιβάτη (ρυθμός εξυπηρέτησης 15 επιβάτες / 10λεπτο). Για τον αριθμό check-in counters σε λειτουργία επιλέχθηκε αρχικά η πολιτική για δυο counters στις πτήσεις μέχρι 250 επιβάτες και τρία για πτήσεις με μεγαλύτερο αριθμό. Στην πρώτη δοκιμή ήταν σαφές ότι με την παραπάνω πολιτική για τον αριθμό των counters, τα διαθέσιμα counters δεν επαρκούσαν πάντα.

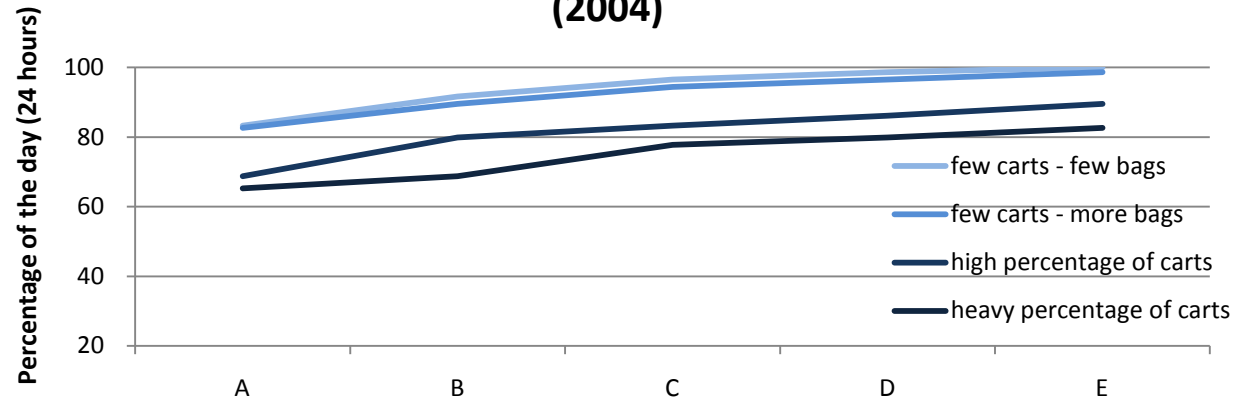


Επιλέχθηκε στη συνέχεια για ορισμένα χρονικά διαστήματα, η μείωση σε ένα των διαθέσιμων counters για πτήσεις με λιγότερους από 125 επιβάτες και για πτήσεις εσωτερικού.

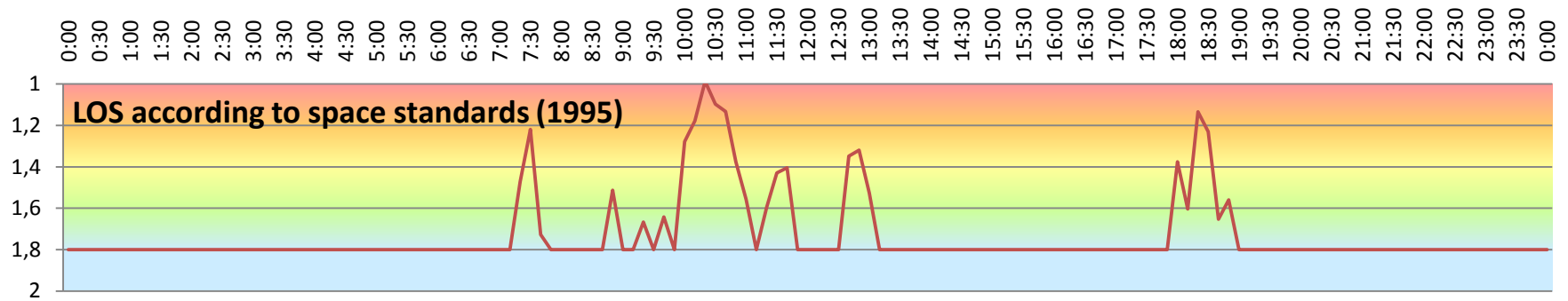




Development of LOS according to space standards (2004)

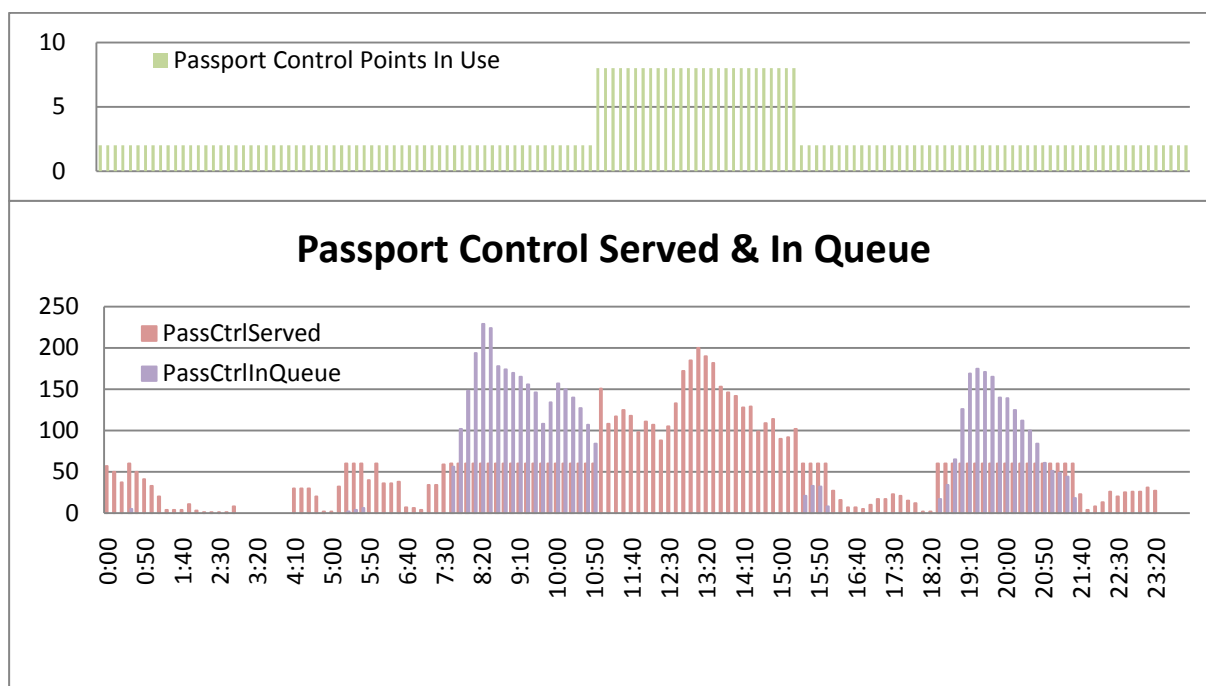


LOS according to space standards (1995)

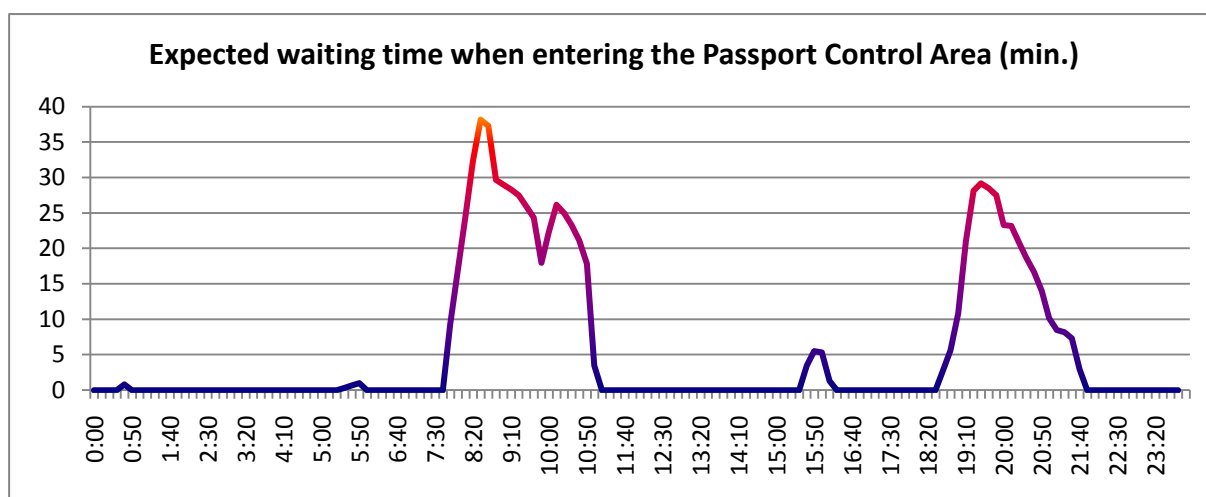


5.3.1.3 Διαβατηριακός έλεγχος – Έλεγχος ασφαλείας

Στο διαβατηριακό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε ο ρυθμός εξυπηρέτησης των 30 επιβατών / 10λεπτο, δηλαδή χρόνος εξυπηρέτησης 20s / επιβάτη. Όπως φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα ο κύριος όγκος των εκτός Schengen επιβατών εξέρχεται του check-in μεταξύ 12:00 και 15:30. Στο διάστημα αυτό τους αποδίδονται και τα οκτώ σημεία ελέγχου διαβατηρίων (δυτικό και κεντρικό τμήμα), ενώ την υπόλοιπη ημέρα τα δυο σημεία στο τμήμα που χρησιμοποιείται αποκλειστικά από εκτός Schengen επιβάτες. Σε αυτήν την εκδοχή έχουμε τις ακόλουθες ουρές:



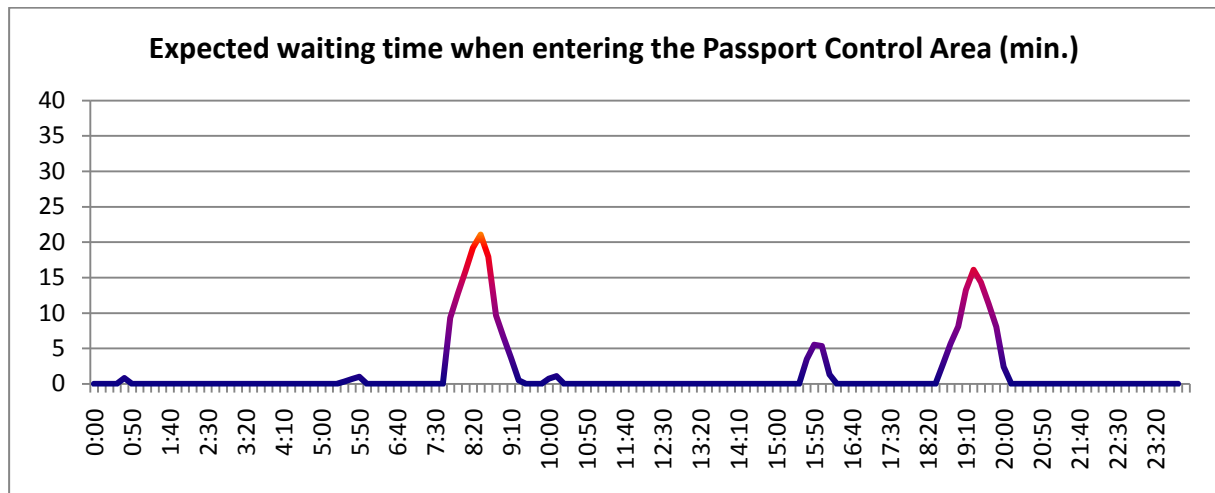
και ο εκτιμώμενος χρόνος αναμονής:



Στα διαστήματα περίπου 8:00 μέχρι 10:30 και 19:00 μέχρι 21:00 προκύπτουν μη αποδεκτοί προφανώς χρόνοι αναμονής. Η λύση της απόδοσης και σε αυτά τα διαστήματα του χώρου εναλλασσόμενης χρήσης στο κέντρο του κτιρίου, δεν μπορεί να επιλεγεί καθώς τότε οι ροές των

εντός Schengen επιβατών είναι κατά μέσο όρο κατά τέσσερις και τρεις φορές αντίστοιχα μεγαλύτεροι από αυτές των εκτός Schengen επιβατών.

Μια λύση θα ήταν η μείωση του χρόνου εξυπηρέτησης στα δυο σημεία ελέγχου (π.χ. με απασχόληση σε αυτά διαστήματα και επιπλέον υπαλλήλου που θα προετοιμάζει τον έλεγχο ή απλώς με επιτάχυνση της διαδικασίας). Αν δεχτούμε για αυτά μόνο τα διαστήματα χρόνο εξυπηρέτησης 15s (40 επιβάτες / 10λεπτο) θα έχουμε τον ακόλουθο χρόνο αναμονής:

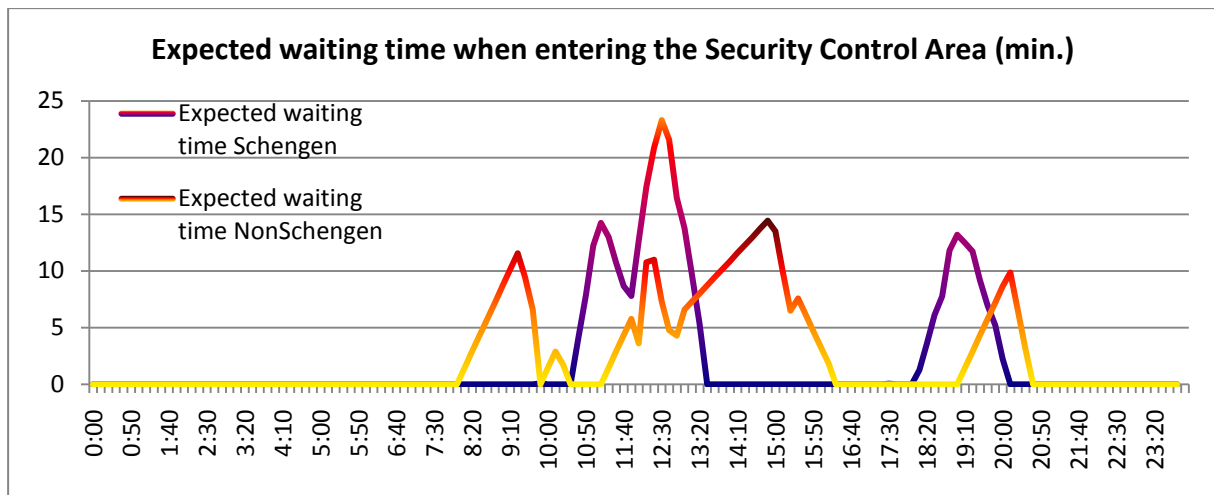


Το όφελος θα ήταν έτσι και στα δυο αυτά διαστήματα η μείωση κατά 75% του μέσου χρόνου αναμονής. Καθώς όμως, όπως θα δούμε παρακάτω, οι επιβάτες που εξέρχονται του διαβατηριακού ελέγχου προχωρούν αμέσως στο λίγα μέτρα μακρύτερα έλεγχο ασφαλείας, ο χρόνος αναμονής θα τροποποιηθεί ξανά ελαφρώς.

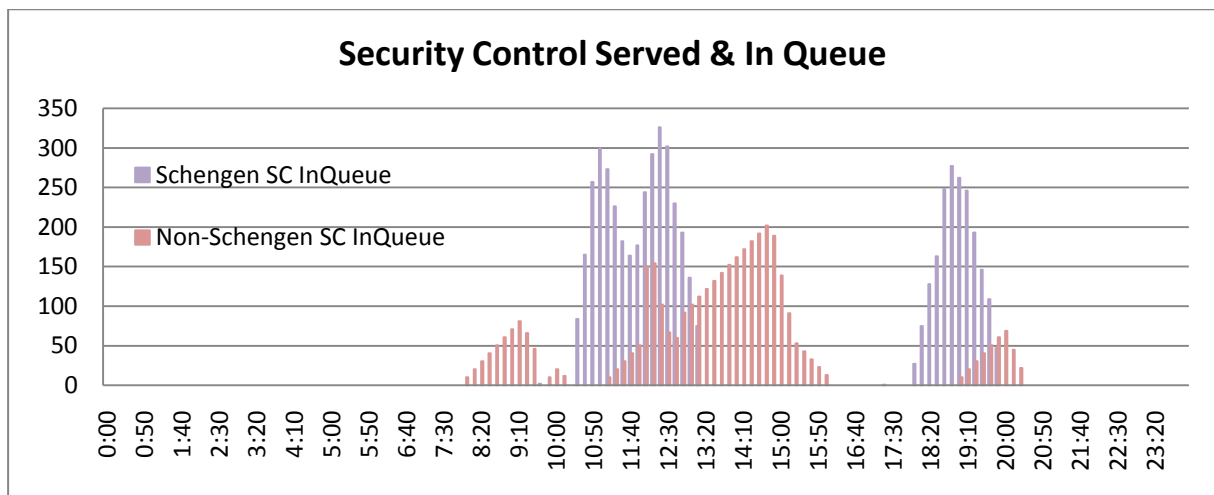
Στο έλεγχο ασφαλείας επιλέγεται η τιμή των 35 επιβατών / 10λεπτο. Κύριο μέλημα στην διαμόρφωση της πολιτικής στον έλεγχο ασφαλείας είναι η αποφυγή μεγάλων ουρών στον έλεγχο των εκτός Schengen επιβατών, καθώς ο διαθέσιμος χώρος αναμονής είναι περιορισμένος, όντας λίγα μέτρα μετά το διαβατηριακό έλεγχο. Άρα η επιλογή των παραμέτρων για τον έλεγχο ασφαλείας δεν μπορεί να γίνει ανεξάρτητα από την επιλογή για το διαβατηριακό έλεγχο.

Θα επιδιωχθεί μια λύση που να εξομαλύνει τις ουρές στον εκτός Schengen έλεγχο ασφαλείας, χωρίς να δημιουργεί μη αποδεκτούς συνολικούς χρόνους αναμονής. Είναι προφανές ότι σε αυτήν την κατεύθυνση μπορεί να χρειαστεί η μείωση του ρυθμού εξυπηρέτησης στο διαβατηριακό έλεγχο, ώστε όλη (αν είναι δυνατόν) η μεγαλύτερη σε κάθε περίπτωση αναμονή να γίνεται προ αυτού, όπου και υπάρχει καταλληλότερος χώρος.

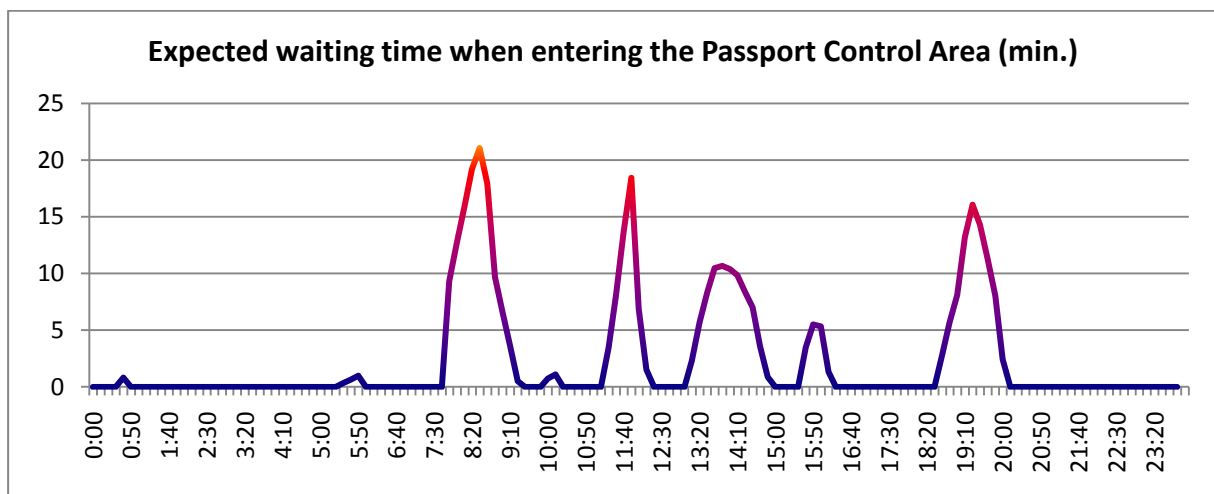
Μετά από δοκιμές προκύπτει:

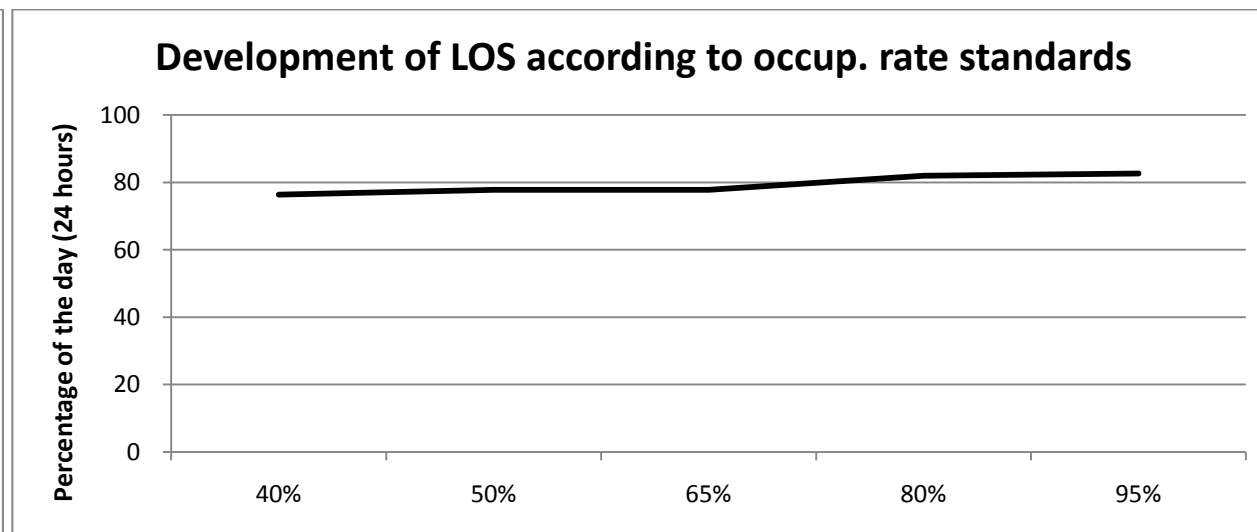
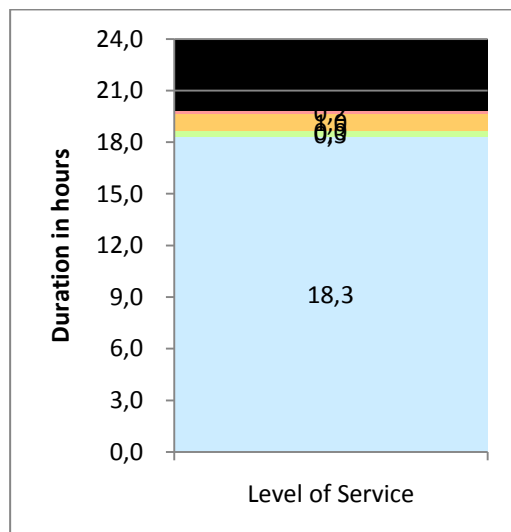
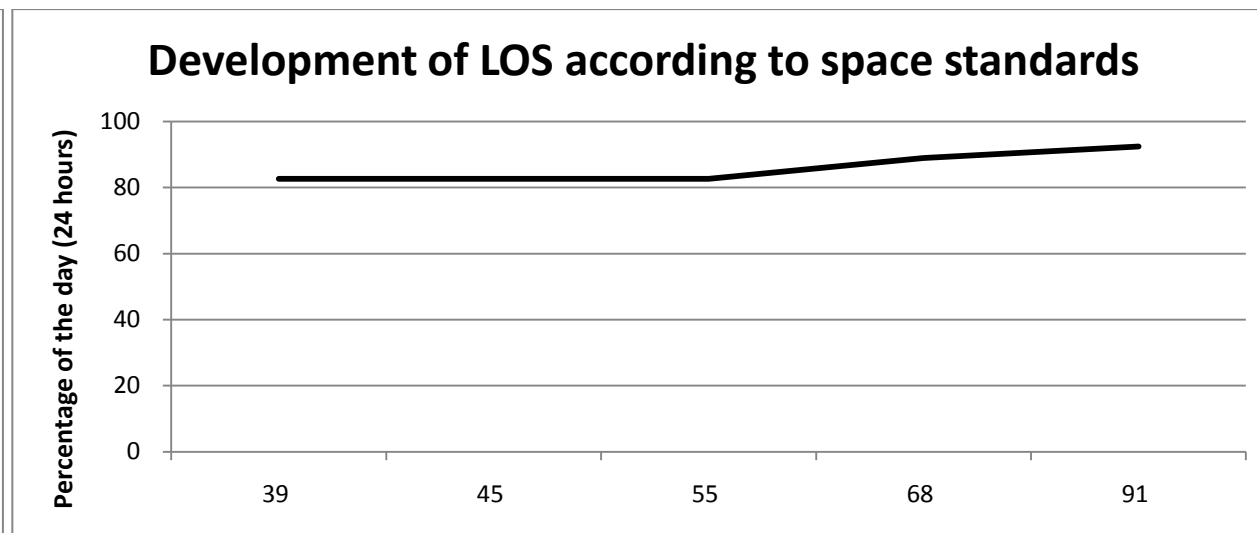
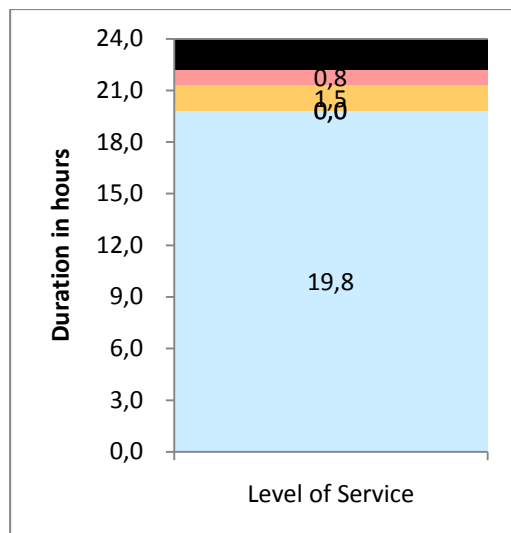


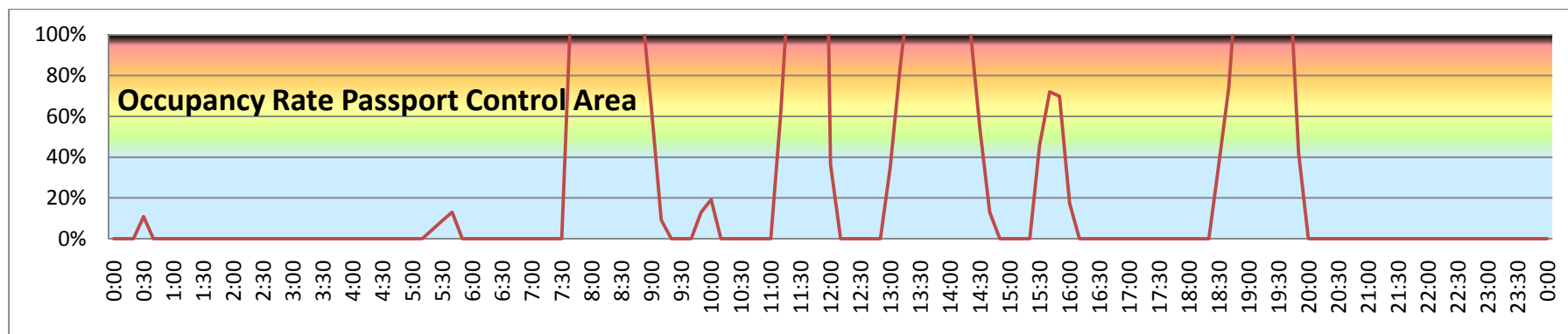
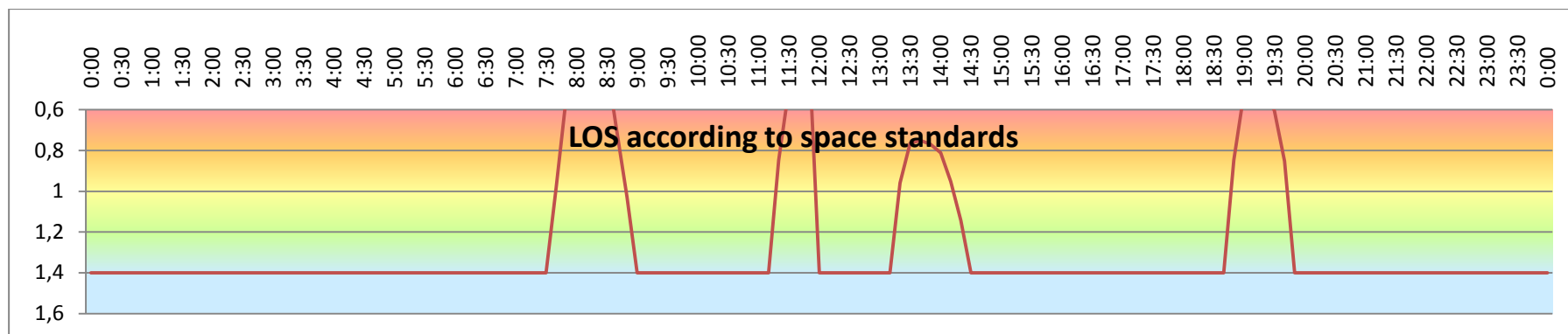
Και οι αντίστοιχες ουρές αναμονής είναι:



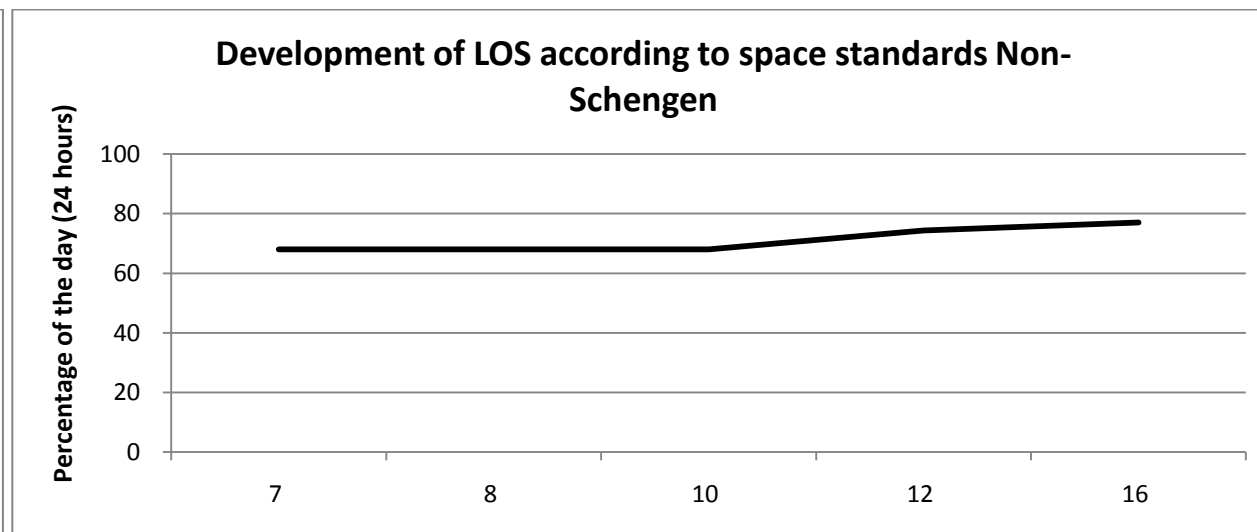
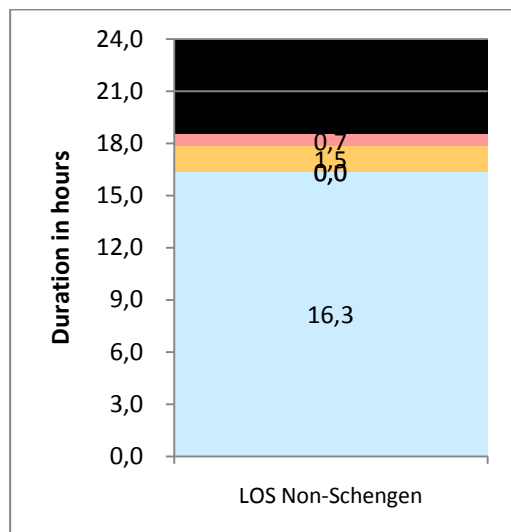
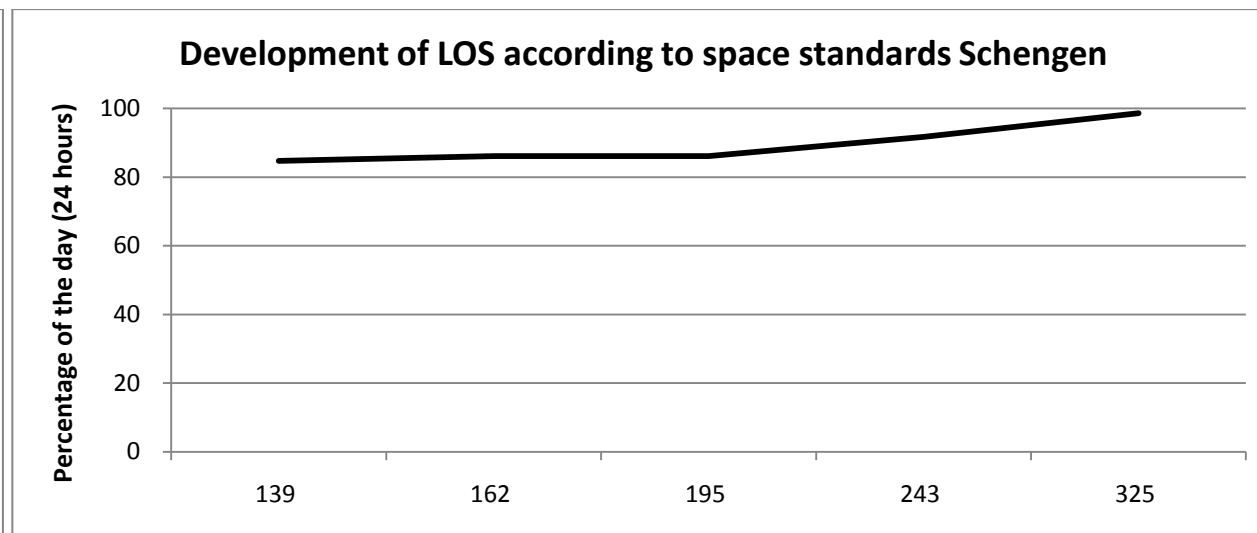
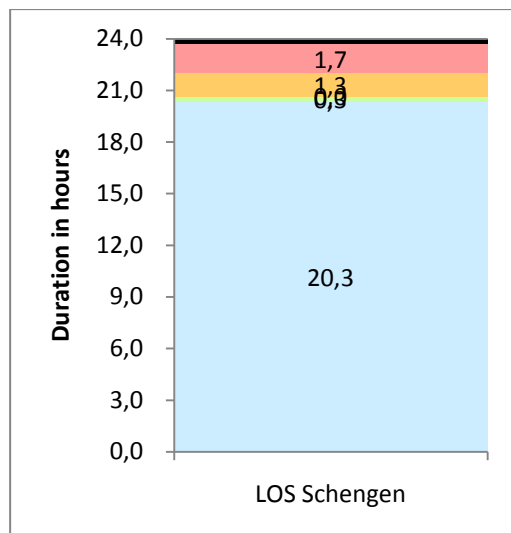
Όμως έχει αλλάξει και ο χρόνος αναμονής και οι ουρές στο διαβατηριακό έλεγχο. Στις επόμενες δυο σελίδες παρουσιάζονται η αθροιστική και η στη διάρκεια της ημέρας κατανομή του επιπέδου εξυπηρέτησης στον έλεγχο διαβατηρίων.

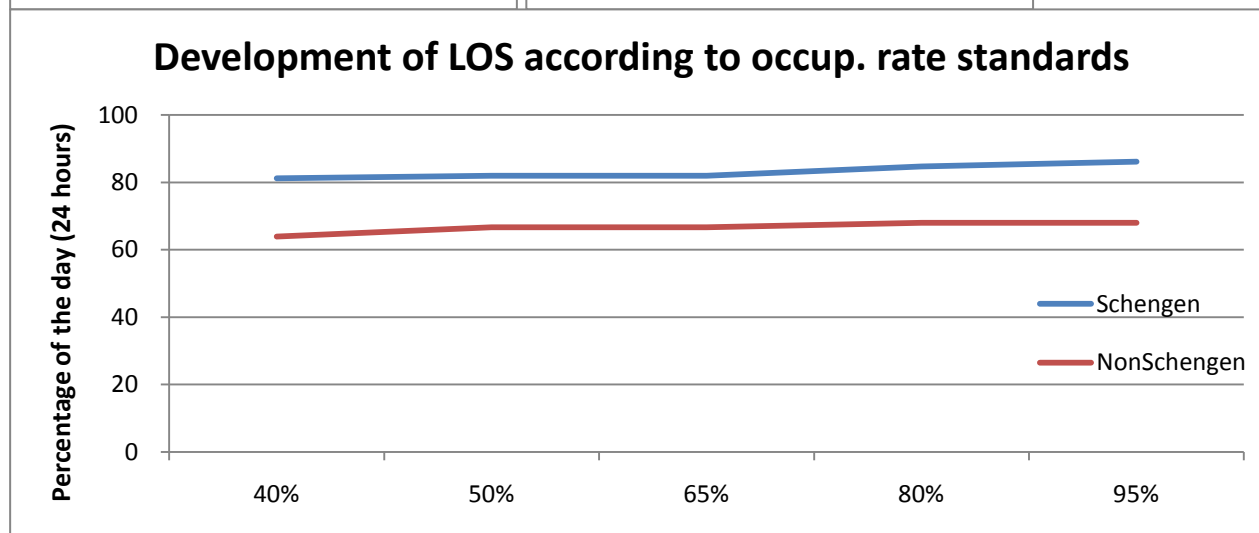
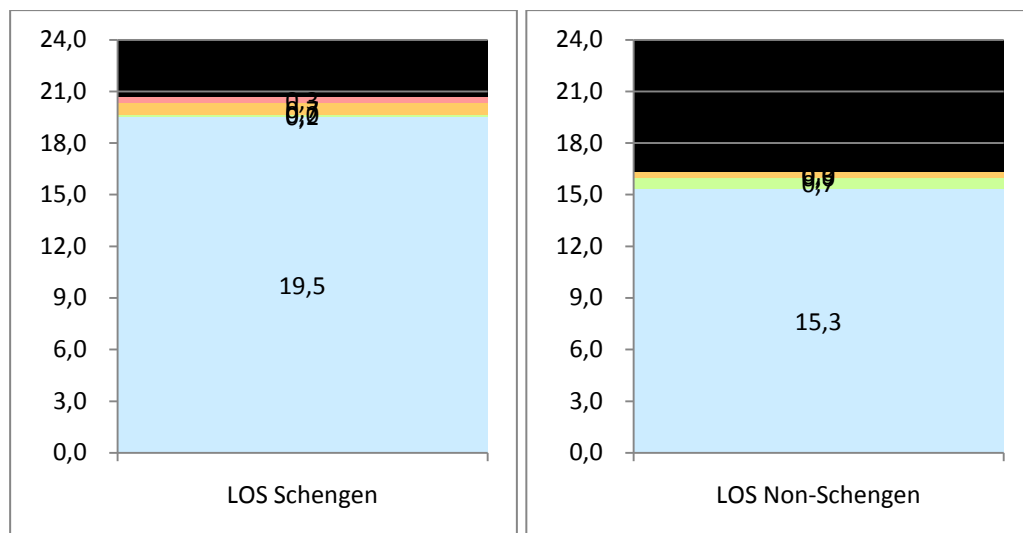


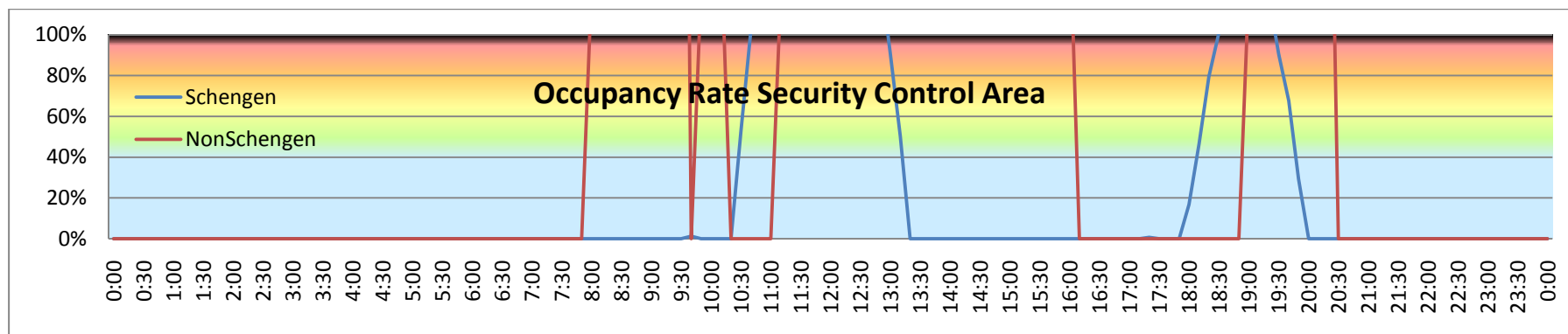
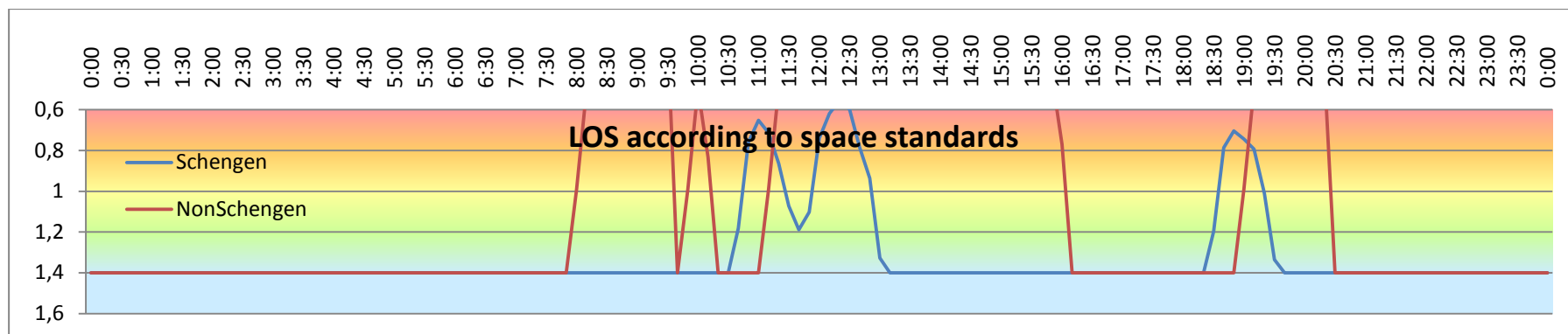




Ακολουθούν στις επόμενες τρεις σελίδες τα αντίστοιχα αποτελέσματα για τον έλεγχο ασφαλείας.







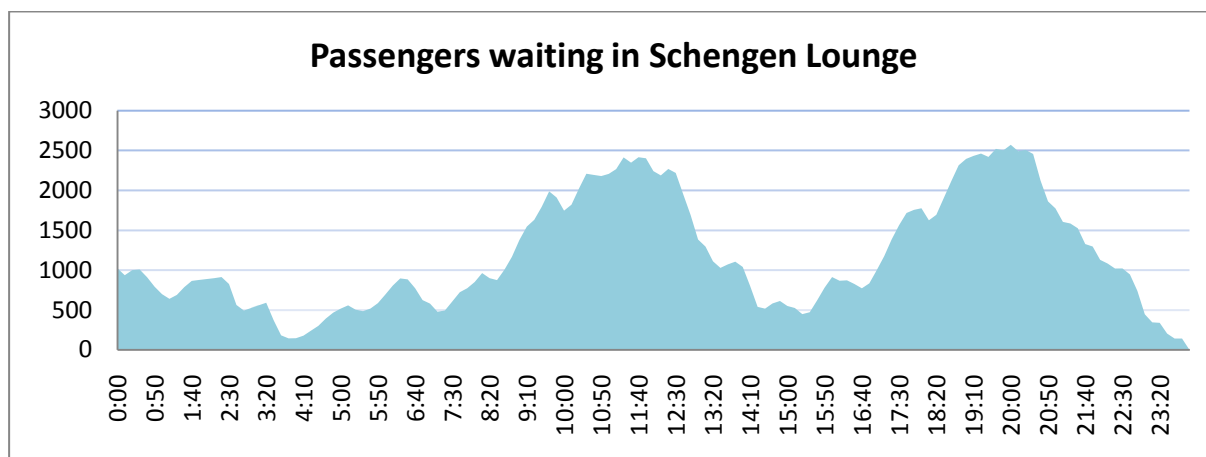
Τόσο ο έλεγχος διαβατηρίων όσο και ασφαλείας, εμφανίζουν ακραίες τιμές στα επίπεδα εξυπηρέτησής τους. Παρατηρείται ότι στη διάρκεια της μεσημεριανής αιχμής των εκτός Schengen πτήσεων, δεν είναι δυνατή η εκμετάλλευση και των οκτώ θέσεων ελέγχου διαβατηρίων, αφού τότε οι εξερχόμενοι επιβάτες δεν θα χωρούσαν στο χώρο αναμονής του ελέγχου ασφαλείας. Σε αυτό το σημείο δεν είναι απλό με τη χρήση του μοντέλου να επιτευχθεί μια ισορροπία μεταξύ των δυο ουρών.

Σε κάθε περίπτωση είναι σαφές ότι η κατεύθυνση είναι στη δημιουργία των ουρών προ του ελέγχου διαβατηρίων. Ο έλεγχος ασφαλείας για τις εντός Schengen πτήσεις λειτουργεί ικανοποιητικά την υπόλοιπη ημέρα, εκτός των διαστημάτων της μεσημεριανής και της βραδινής αιχμής. Τα διαστήματα αυτά είναι μεν τέσσερις συνολικά ώρες της ημέρα όμως το επίπεδο πέφτει σε D και κάτω, σε ένα εύρος (μεταξύ D και F) που διαφέρει ελαφρώς μεταξύ των δυο κριτηρίων.

Αντίστοιχα ακραία είναι η κατάσταση στον εκτός Schengen έλεγχο ασφαλείας, με τη διάρκεια του μη αποδεκτού επιπέδου να πλησιάζει τις οκτώ ώρες. Τα άσχημα αποτελέσματα είναι πρωτίστως συνέπεια της περιορισμένης επιφάνειας, όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως· ο χρόνος αναμονής διατηρείται σε οριακά έστω αποδεκτά όρια, χαμηλότερα πάντως των αντιστοίχων για τις εντός Schengen πτήσεις.

5.3.1.4 Αίθουσες αναμονής Schengen

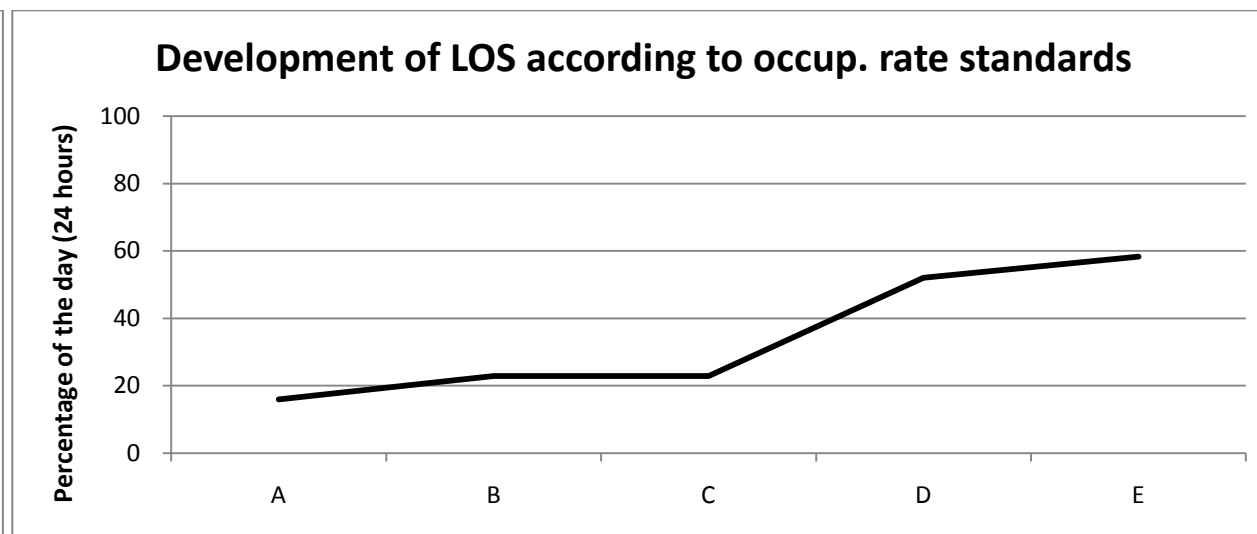
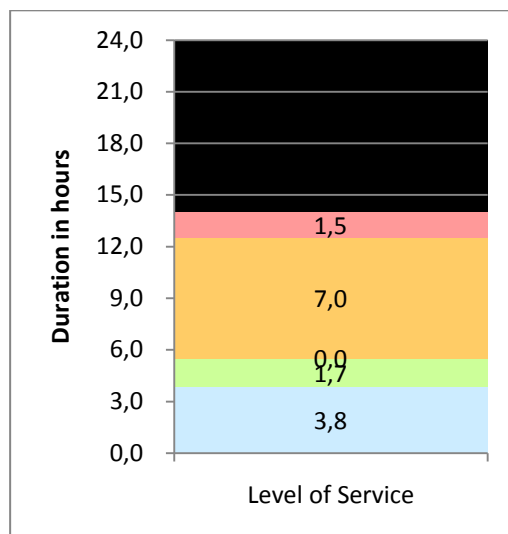
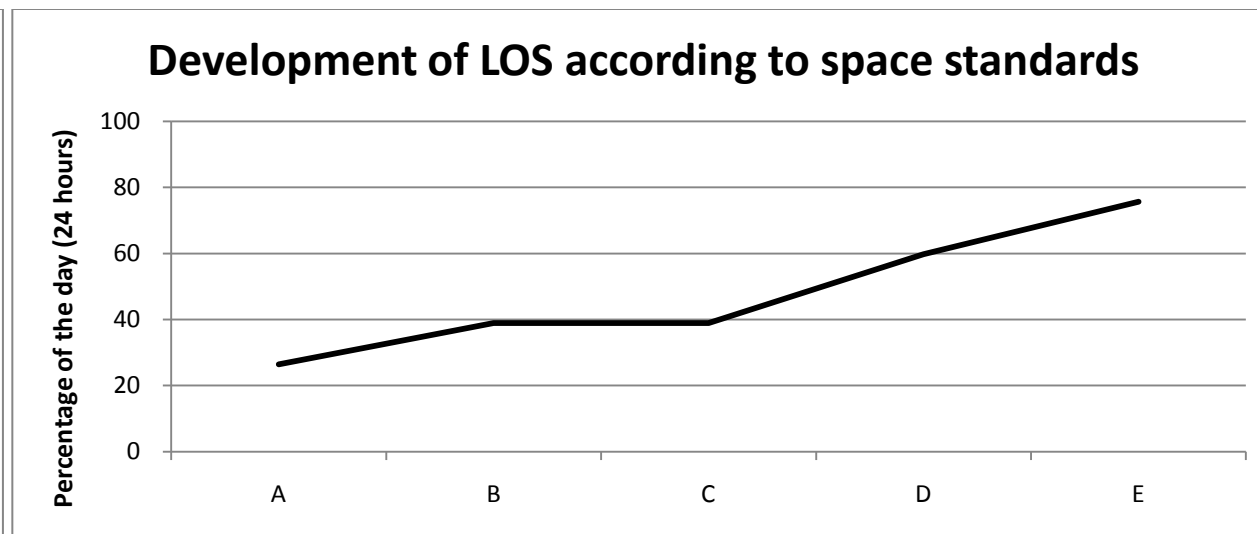
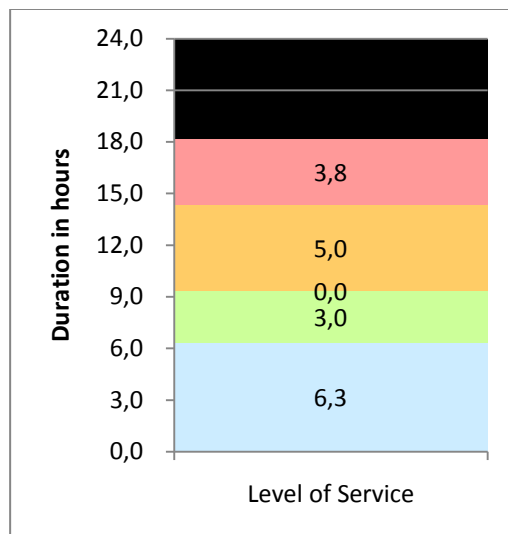
Για τις αίθουσες αναμονής έχουμε υποθέσει ότι οι επιβάτες εντός Schengen πτήσεων έχουν στη διάθεση τους τις δυο κεντρικές (εναλλασσόμενης χρήσης αίθουσες) και προφανώς την ανατολική εντός Schengen αίθουσα αναμονής ολόκληρη την ημέρα, εκτός από το διάστημα 12:00 έως 15:30 οπότε και οι κεντρικές αίθουσες αποδίδονται στους επιβάτες εκτός Schengen πτήσεων.

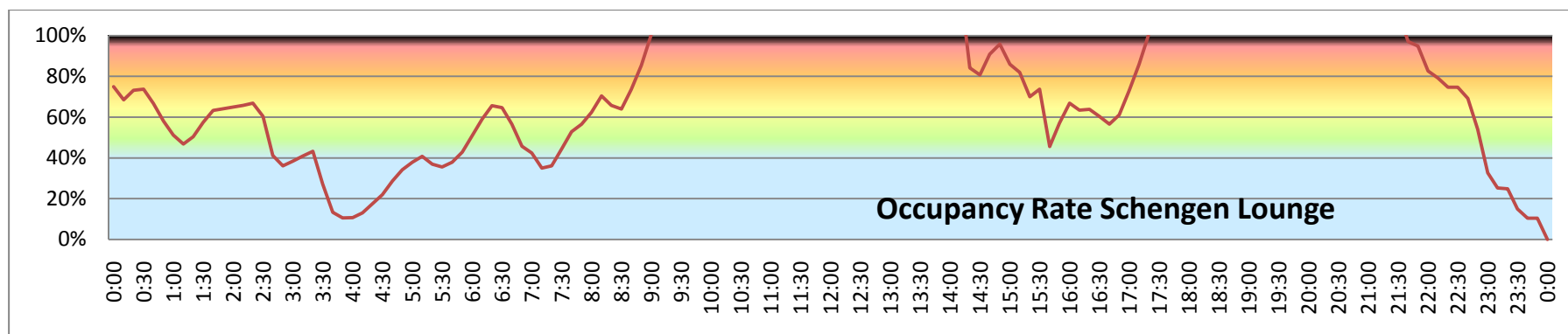
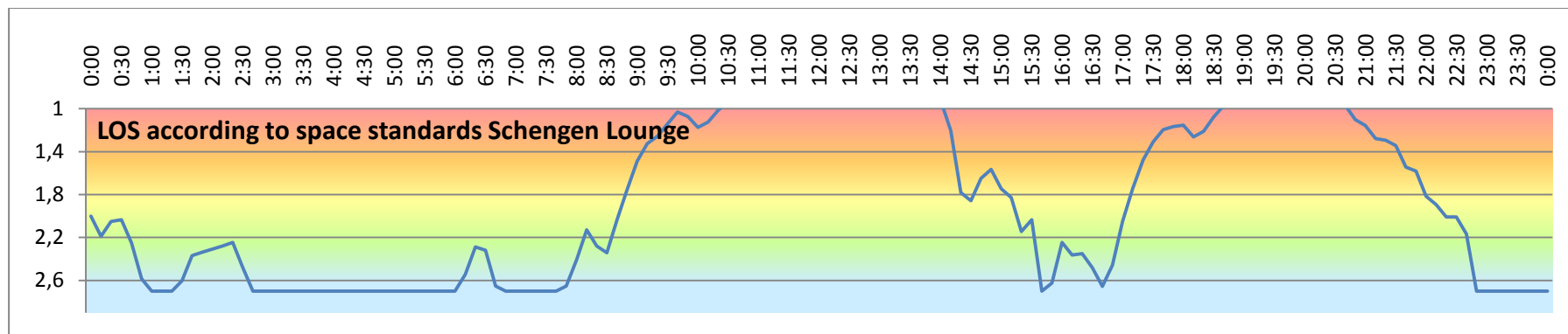


Από τα αποτελέσματα των επόμενων σελίδων είναι προφανές ότι αυτό είναι και το διάστημα στο οποίο επικρατούν και μη αποδεκτές συνθήκες αναμονής για τους εντός Schengen επιβάτες. Προφανώς δεν είναι η μοναδική λύση η απόδοση των κεντρικών αιθουσών στις εκτός Schengen πτήσεις, είναι ίσως όμως προτιμότερη η δημιουργία ενός **στατικού προβλήματος** (στρίμωγμα), παρά η αύξηση σε μη αποδεκτές τιμές των χρόνων αναμονής στους ελέγχους με κίνδυνο μη έγκαιρης προσέλευσης στην επιβίβαση.

Στην πρώτη σελίδα βρίσκονται οι αθροιστικές κατανομές για τις ώρες και το ποσοστό τις ημέρας που επιτυγχάνεται το κάθε επίπεδο εξυπηρέτησης, τόσο με κριτήριο τη διαθέσιμη επιφάνεια ανά επιβάτη, όσο και το ποσοστό κατάληψης. Στη δεύτερη σελίδα παρουσιάζονται οι διακύμανση στη διάρκεια της ημέρας του επιπέδου εξυπηρέτησης, πάλι με βάση και τα δυο κριτήρια. Το ποσοστό κατάληψης έχει υπολογιστεί ενδεικτικά με ποσοστό καθήμενων 25%. Το ποσοστό αυτό δεν μπορεί να θεωρηθεί επιθυμητό, όμως και δοκιμές με διαφορετικά ποσοστά δείχνουν ότι τα αποτελέσματα δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην μεταβολή του ποσοστού καθήμενων επιβατών.

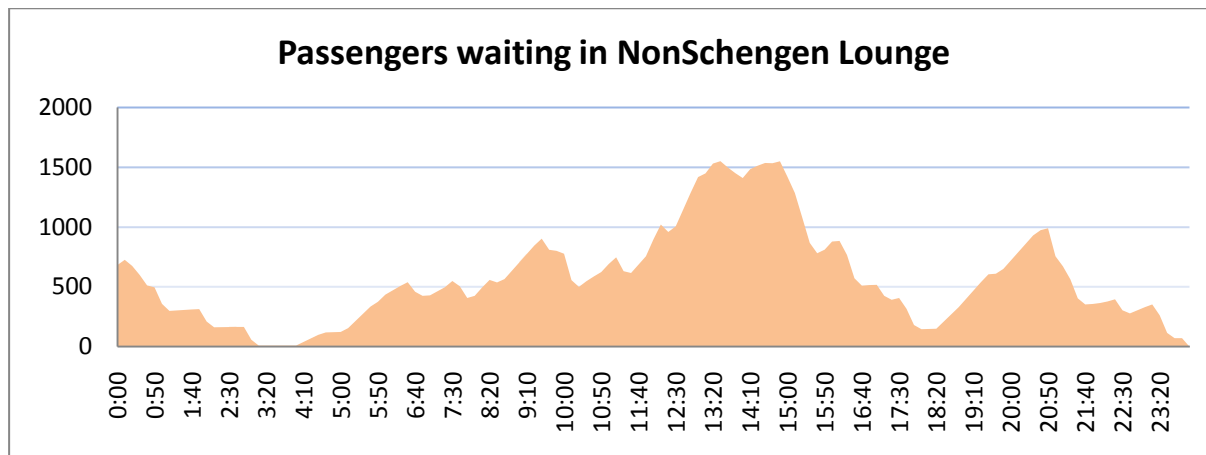
Ενδιαφέρον έχει το γεγονός ότι ακόμα και τη δυσμενέστερη ημέρα προσφέρεται στις αίθουσες αναμονής όλο, πλην του C, το εύρος των επιπέδων εξυπηρέτησης. Μπορεί κανείς να παρατηρήσει και τις διαφορές μεταξύ των δυο κριτηρίων προσδιορισμού του επιπέδου εξυπηρέτησης. Τα αποτελέσματα με κριτήριο το ποσοστό κατάληψης είναι τελικά πάντα δυσμενέστερα, από αυτά με βάση τη διαθέσιμη επιφάνεια. Στην περίπτωση του ποσοστού κατάληψης παρατηρείται μείωση του χρόνου που οι αίθουσες προσφέρουν επίπεδο A ή B, η οποία μείωση γίνεται αύξηση του χρόνου που το επίπεδο πέφτει σε F. Ο χρόνος πάλι που επιτυγχάνεται επίπεδο D ή E είναι ίσος και στις δυο περιπτώσεις, με μια μετατόπιση της κατανομής προς το D στην περίπτωση του ποσοστού κατάληψης.





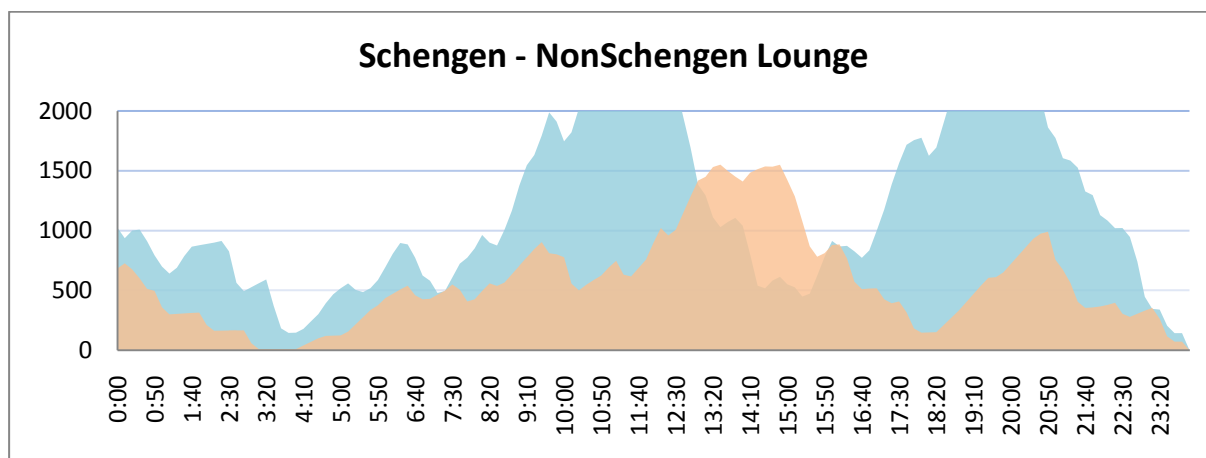
5.3.1.5 Αίθουσες αναμονής NonSchengen

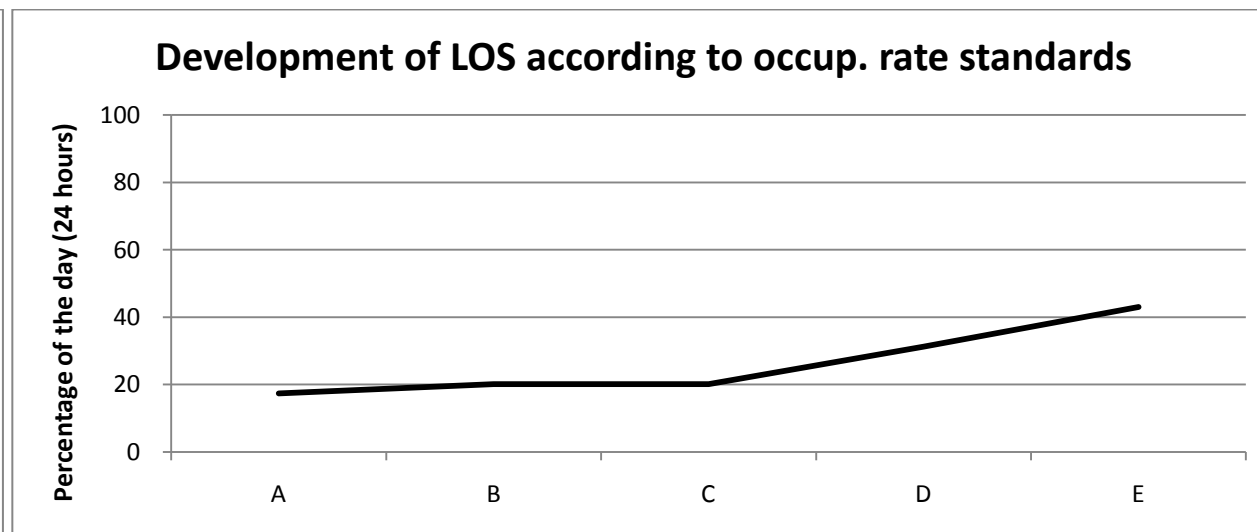
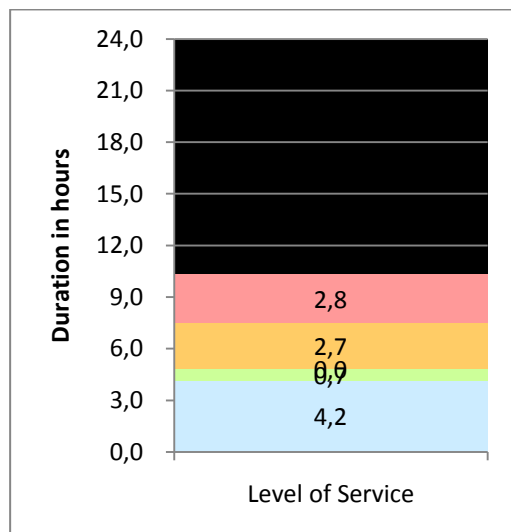
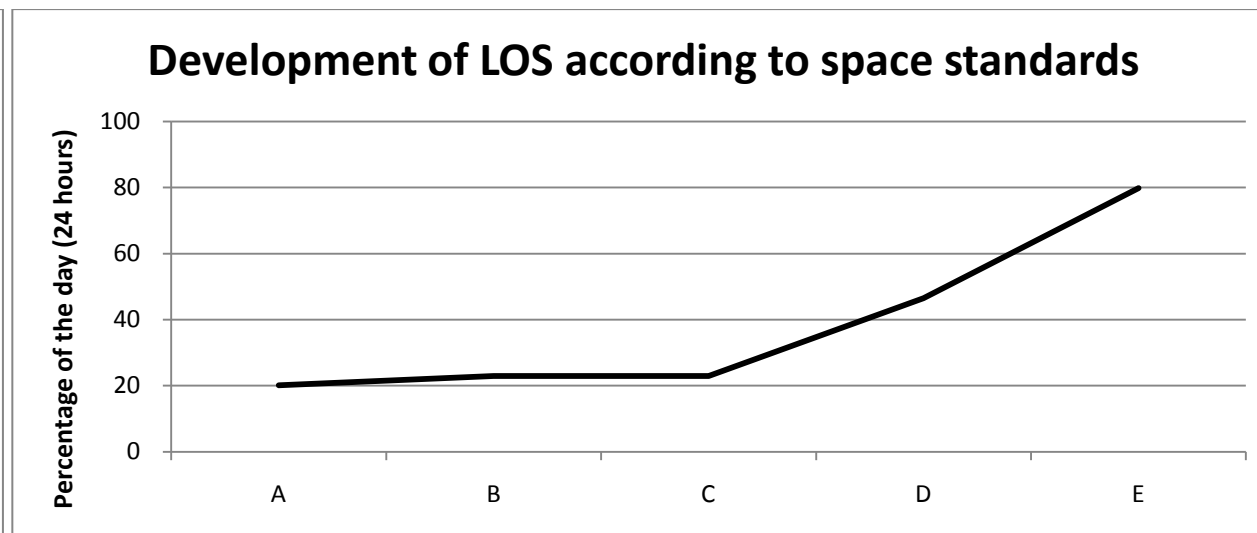
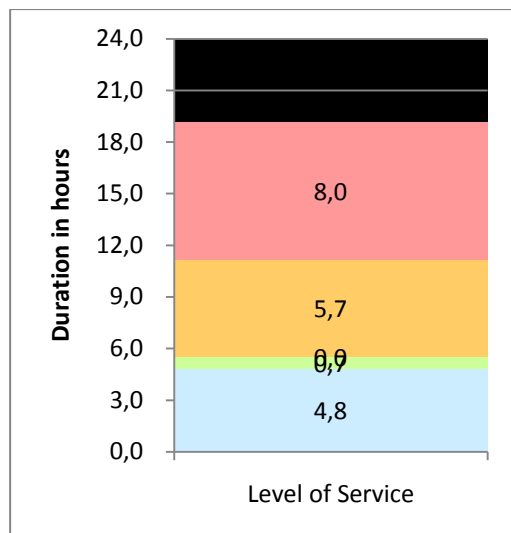
Οι επιβάτες εκτός Schengen προορισμών έχουν στη διάθεσή τους τη δυτική αίθουσα 650 m² ολόκληρη την ημέρα και επιπλέον τις δυο κεντρικές αίθουσες για το διάστημα 12:00 έως 15:30. Σε αυτό το διάστημα η συνολική διαθέσιμη επιφάνεια είναι 1740 m².

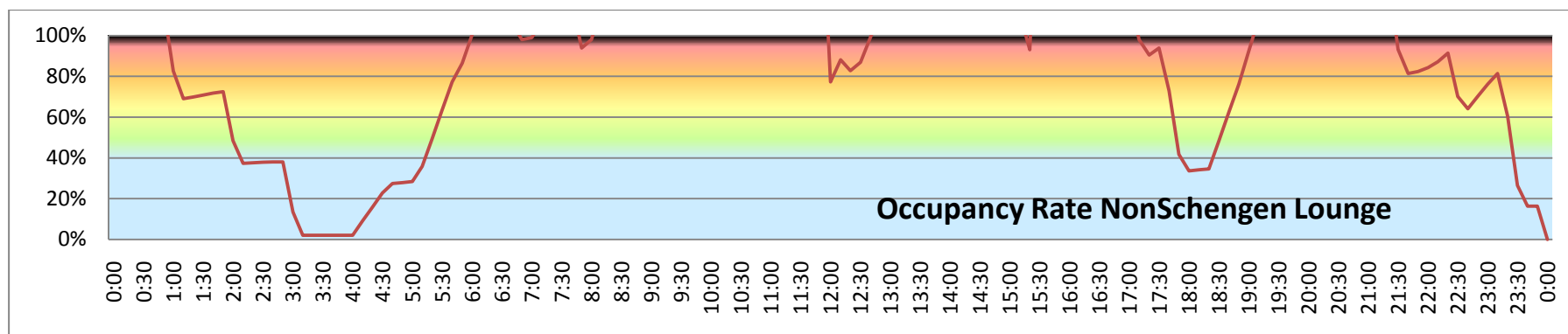
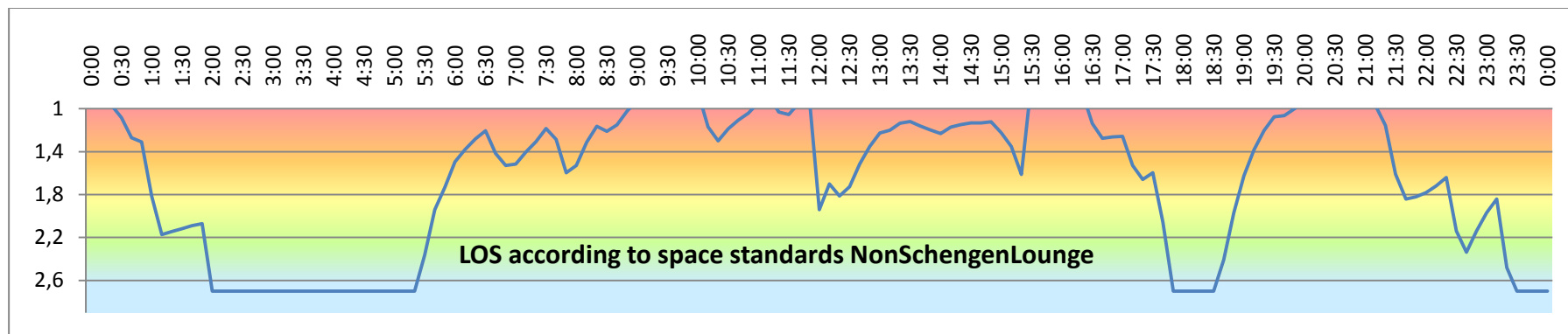


Όπως και προηγουμένως, στην πρώτη σελίδα βρίσκονται οι αθροιστικές κατανομές για τις ώρες και το ποσοστό τις ημέρας που επιτυγχάνεται το κάθε επίπεδο εξυπηρέτησης, τόσο με κριτήριο τη διαθέσιμη επιφάνεια ανά επιβάτη, όσο και το ποσοστό κατάληψης. Στη δεύτερη σελίδα παρουσιάζονται οι διακύμανση στη διάρκεια της ημέρας του επιπέδου εξυπηρέτησης, πάλι με βάση και τα δυο κριτήρια. Και εδώ το (ενδεικτικό) ποσοστό καθήμενων είναι 25% και τα αποτελέσματα δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην μεταβολή του.

Οι αποκλίσεις μεταξύ των δυο κριτηρίων είναι εδώ πολύ μεγαλύτερες από την περίπτωση των Schengen αιθουσών αναμονής. Παρατηρούμε ακόμα ότι παρότι η προσθήκη των δυο επιπλέον αιθουσών βελτίωσε την κατάσταση στο διάστημα 12:00 – 15:30, δεν είναι μια πολιτική που μπορεί εύκολα να εφαρμοσθεί και σε άλλα διαστήματα της ημέρας, αφού στην αρχή της αιχμής της εκτός Schengen κίνησης η αντίστοιχη εντός είναι ακόμα συγκρίσιμη και τα χαμηλά επίπεδα και των δυο κινήσεων εν μέρει συμπίπτουν.







6 Συμπεράσματα – προτάσεις

Το κεφάλαιο αυτό χωρίζεται σε δυο μέρη, ένα που αφορά στα συμπεράσματα από τη χρήση του μοντέλου και κυρίως τις προτάσεις για τη μελλοντική βελτίωσή του και ένα που αφορά στα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή στο αεροδρόμιο του Ηρακλείου και εναλλακτικές προτάσεις, η εφαρμογή των οποίων μπορεί να εξετασθεί.

6.1 Μοντέλο

6.1.1 Συμπεράσματα από τη χρήση

Το μοντέλο που δημιουργήθηκε παρουσιάζει το κύριό του πλεονέκτημα στη δυνατότητα γρήγορης εξέτασης των επιπτώσεων διαφορετικών προγραμμάτων πτήσεων και διαφορετικών πολιτικών διαχείρισης των διάφορων πόρων. Ανάλογα με την ακρίβεια των δεδομένων εισόδου (πρόγραμμα πτήσεων, ρυθμοί – πολιτικές εξυπηρέτησης) μπορεί κάποιος να αποκτήσει μια εικόνα για την κατεύθυνση μέχρι μια καλή εκτίμηση των επιπτώσεων της κάθε μεταβολής.

Η αξία του στο σχεδιασμό είναι περιορισμένη, αφού εκεί χάνει το βασικό του πλεονέκτημα, αυτό της ταχύτητας. Είναι δυνατό βέβαια να εκτιμηθούν έμμεσα οι απαραίτητες επιφάνειες ή οι απαιτούμενες θέσεις μιας εγκατάστασης για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου επιπέδου εξυπηρέτησης μετά από δοκιμές διαφορετικών παραμέτρων, δεν προκύπτουν δηλαδή ως δεδομένο εξόδου.

Το μοντέλο απαιτεί επίσης ένα πρόγραμμα πτήσεων (πραγματικό ή θεωρητικό), δεν έχει ως δεδομένο εισόδου απλώς την τιμή ενός φόρτου. Αυτό μπορεί να αυξάνει ελαφρώς το χρόνο προετοιμασίας των δεδομένων, προσφέρει όμως το πλεονέκτημα ότι λαμβάνει υπόψη τη χρονική διάρκεια για την οποία οι φόρτοι εμφανίζονται και άρα δίνει μια πληρέστερη εικόνα για το χρόνο στον οποίο το κάθε επίπεδο προσφέρεται και όχι απλώς για το εάν διασφαλίζεται ή όχι.

6.1.2 Προτάσεις βελτίωσης

Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 3.6 με τις παραδοχές του μοντέλου, άλλες δικαιολογούνται από τη φύση του προβλήματος και άλλες έγιναν αναγκαστικά λόγω περιορισμένου χρόνου. Το σημαντικότερο, λοιπόν, που δεν έγινε και είναι απαραίτητο στοιχείο κάθε διαδικασίας μοντελοποίησης είναι η διακρίβωση (calibration) και η επαλήθευση (validation) του μοντέλου.

Η πρώτη εκτελείται με τη μέτρηση των πραγματικών παραμέτρων, που εδώ υποτέθηκαν ή πάρθηκαν από παλαιότερες μετρήσεις ή από μετρήσεις σε αεροδρόμια με όχι τόσο συγγενή χαρακτηριστικά. Απαιτείται δηλαδή σε κάθε περίπτωση η μέτρηση των ρυθμών εξυπηρέτησης στις διάφορες διαδικασίες και ειδικότερα για το check-in, καθώς και οι συνθήκες στις οποίες

επιτυγχάνονται (αριθμός απασχολούμενων ατόμων, εξάρτηση από μήκος ουράς κ.α.). Στην πληρότητα της διαδικασίας θα συνέβαλε και η καταγραφή των ρυθμών άφιξης των επιβατών στο κτίριο· για τις μαζικές αφίξεις των επιβατών charter πτήσεων μπορούμε πάντως να δεχτούμε πως προσεγγίζονται αρκετά καλά από τις υπάρχουσες κατανομές.

Το επόμενο βήμα, της επαλήθευσης, έγκειται στην εξέταση του εάν το μοντέλο με τις πραγματικές πια παραμέτρους μπορεί να προβλέψει την πραγματική εξέλιξη της ροής των επιβατών μιας μέρας (περιόδου γενικότερα) διαφορετικής προφανώς αυτής στην οποία έγινε η διακρίβωση. Σε μια ιδανική περίπτωση θα μπορούσε να αναζητηθεί η πρόβλεψη σε μια ημέρα με κάποιο απρογραμμάτιστο συμβάν ή με μη συνηθισμένες συνθήκες εν γένει.

Επόμενος τομέας με σημαντικό περιθώριο βελτίωσης είναι η πιστότητα στην απόδοση των διαδικασιών. Αν οι διάφοροι έλεγχοι και η επιβίβαση δεν έχουν πολλές εκδοχές, δεν ισχύει το ίδιο για τη διαδικασία του check-in, στην οποία οι συνδυασμοί της πολιτικής εξυπηρέτησης (ουρές, αριθμός – ομάδες counters) και των νέων τεχνολογιών (online check-in, self check-in κ.α.) είναι περισσότεροι.

Έλλειψη που ίσως αποδειχθεί σημαντική είναι η μη δυνατότητα αυτόματης διαχείρισης των περιορισμένων πόρων (κυρίως των check-in counters). Στην τωρινή εκδοχή επισημαίνεται η υπέρβαση των διαθέσιμων counters, όμως η αλλαγή της πολιτικής ή μεμονωμένων πτήσεων πρέπει να γίνει από το χρήστη. Θα είναι αξιόλογη λοιπόν η προσθήκη προκαθορισμένων πολιτικών διαχείρισης. Ομολογουμένως οι δυνατότητες ενός αναλογικού μοντέλου είναι περιορισμένες σε αυτόν τον τομέα· σε κάθε περίπτωση γίνεται αναφορά σε σχετικά απλές πολιτικές (καθυστέρηση, απόδοση μειωμένου αριθμού) με περιορισμένο αριθμό εναλλακτικών.

Στην τεκμηρίωση των προδιαγραφών επισημάνθηκε ένας τρόπος να ληφθεί υπόψη η βραχυχρόνια μεταβολή (συνήθως αύξηση) των ρυθμών εξυπηρέτησης. Στην εφαρμογή του μοντέλου για το αεροδρόμιο του Ηρακλείου πρόέκυψε η ανάγκη εξέτασης του ενδεχομένου ορισμένοι χώροι να αποδίδονται σε διαφορετικούς (εντός ή εκτός Schengen) χρήστες μέσα στην ημέρα. Η επιφάνεια όμως των διαφόρων εγκαταστάσεων είχε θεωρηθεί σταθερή, οπότε έπρεπε η προσαρμογή να γίνει πάλι χειροκίνητα. Υπάρχει το περιθώριο βελτίωσης με τη δυνατότητα μεταβολής των ρυθμών εξυπηρέτησης και των διαθέσιμων επιφανειών στη διάρκεια της ημέρας.

6.2 Αεροδρόμιο Ηρακλείου

Επελέγη συνειδητά να παρουσιασθεί μια μέρα που επικρατούν κατά διαστήματα μέχρι και χαοτικές καταστάσεις. Προφανώς δεν αναζητείται ο σχεδιασμός για μια τέτοια μέρα. Όπως σε όλους τους τομείς των μεταφορών, έτσι και εδώ γίνεται σαφές ότι δεν υπάρχει κατ' ανάγκη μια τεχνική λύση για όλα τα προβλήματα.

Μέχρι τους ελέγχους ασφαλείας υπάρχουν σημαντικά χρονικά διαστήματα που το αεροδρόμιο, ακόμη και μια τέτοια μέρα προσφέρει ικανοποιητικό έως καλό επίπεδο εξυπηρέτησης. Κατάντη αυτών, στις αίθουσες αναμονής, το επίπεδο είναι μη αποδεκτό αρκετά μεγαλύτερο μέρος της ημέρας. Εξήγηση για τη διαφορά αυτή είναι ο μεγαλύτερος του συνηθισμένου χρόνος παραμονής

σε αυτές, συνέπεια της άφιξης έως και τρεις ώρες νωρίτερα της αναχώρησης και των περιορισμένων εναλλακτικών.

6.2.1 Αίθουσες αναμονής

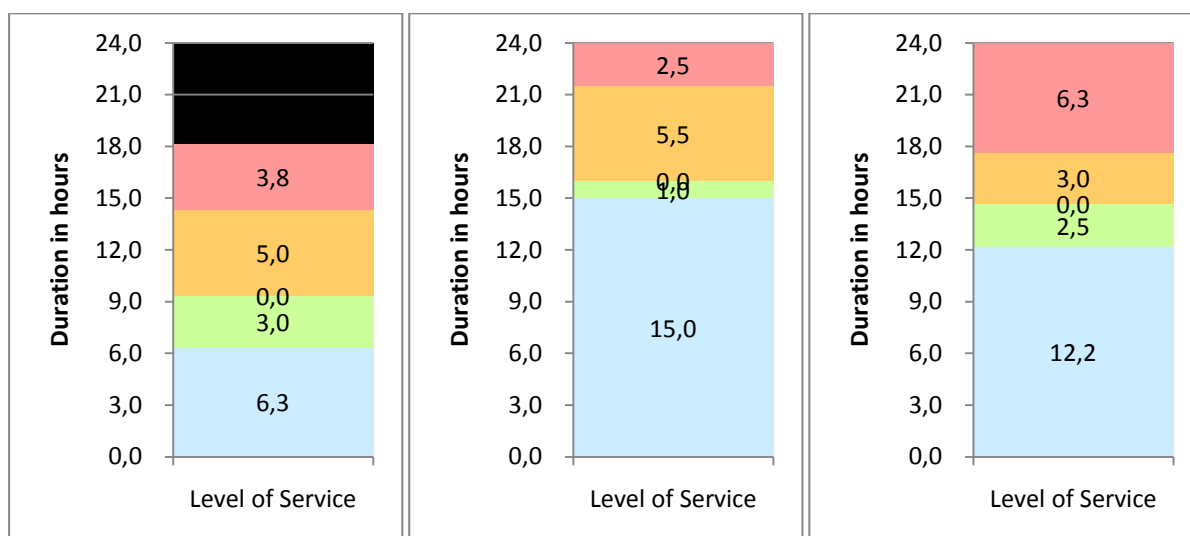
Ας ξεκινήσουμε λοιπόν, αντίθετα από την πορεία μέσα στο κτίριο, από τις αίθουσες αναμονής για να δούμε ποια περιθώρια βελτίωσης υπάρχουν. Εν γένει για το δεδομένο πρόγραμμα πτήσεων υπάρχει η δυνατότητα

- αύξησης του εμβαδού των αιθουσών
- μείωσης του χρόνου παραμονής των επιβατών σε αυτές

6.2.1.1 Αίθουσες αναμονής Schengen

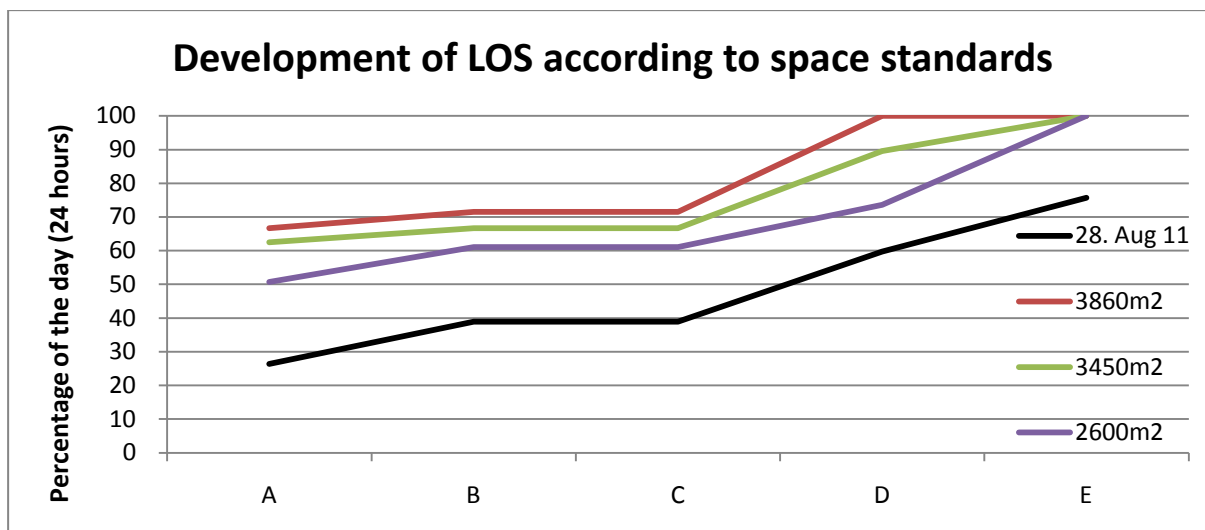
Με την υπόθεση να παρέχουμε αυστηρά τουλάχιστον επίπεδο D θα απαιτούνταν για την αναμονή των εντός Schengen επιβατών 3860 m², ενώ αν ανεχτούμε το επίπεδο E συνολικά δύομιση ώρες στη διάρκεια της ημέρας (μία ώρα στη μεσημεριανή αιχμή και μιάμιση στη βραδινή) αρκούν και 3450 m². Τέλος, αν το ζητούμενο ήταν απλώς η εξάλειψη του F επιπέδου θα απαιτούνταν 2600 m².

Στο παρακάτω σχήμα από αριστερά προς δεξιά βρίσκονται οι αθροιστικές κατανομές των επιπέδων για τη σημερινή κατάσταση, 3450 m² και 2600 m² αντίστοιχα.



Το πρώτο που γίνεται εμφανές είναι η μη αναλογικότητα της επένδυσης αφού στη δεύτερη περίπτωση η πρόσθετη επιφάνεια είναι 68%, ενώ στην τρίτη μόνο 27% και στις δυο περιπτώσεις το άθροισμα της διάρκειας που προσφέρεται Α ή Β επίπεδο είναι συγκρίσιμο.

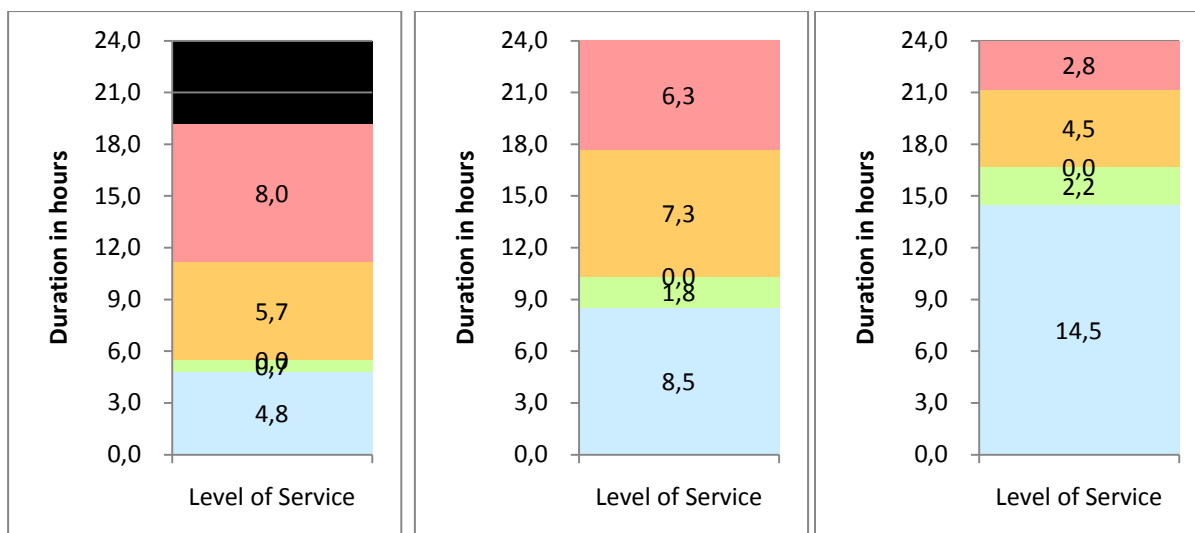
Το ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί (προφανώς όχι μέσα από την εργασία αυτή) είναι κατά πόσο σκόπιμη είναι η επένδυση για να παρέχεται τελικά ακόμα και την ημέρα αιχμής για 14 ώρες επίπεδο τουλάχιστον Β.

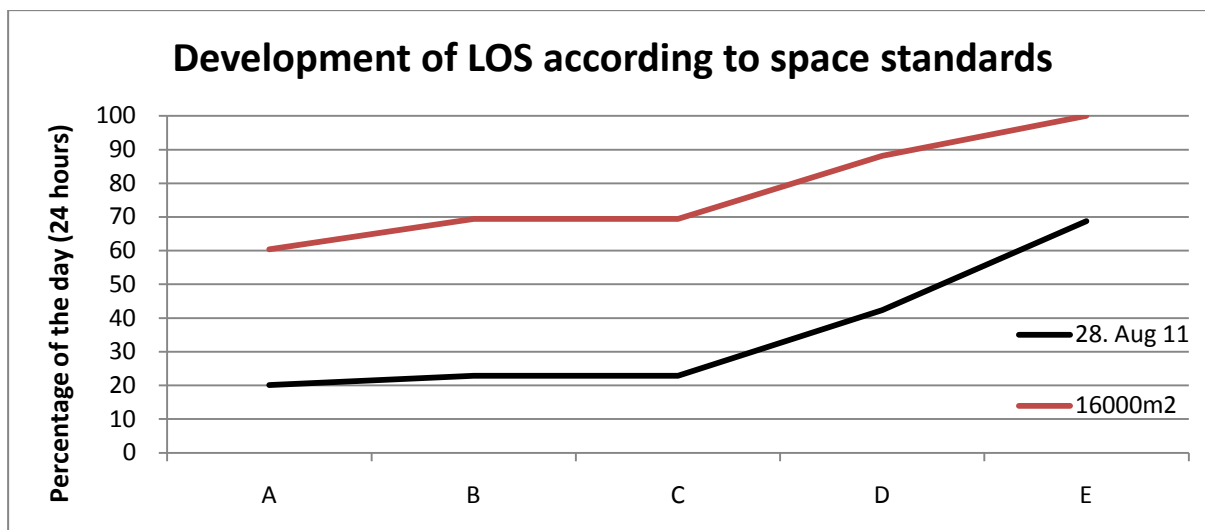


6.2.1.2 Αίθουσες αναμονής NonSchengen

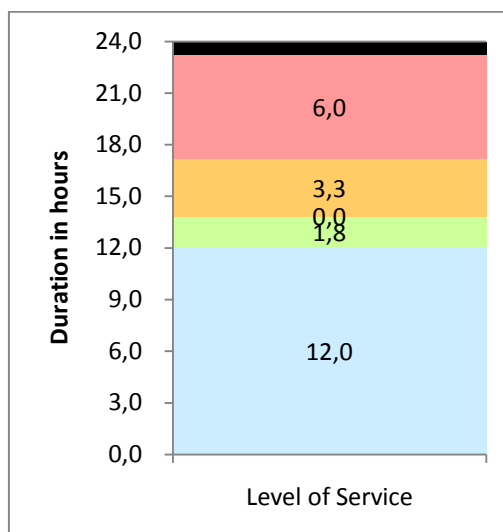
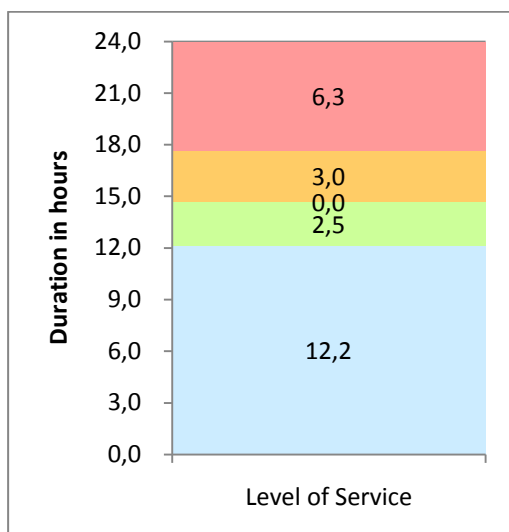
Με το ίδιο σκεπτικό με πριν, εάν θέλουμε να εξαλείψουμε το επίπεδο F στις αίθουσες αναμονής των εκτός Schengen πτήσεων απαιτούνται 1050 m² και η χρήση της μιας τουλάχιστον από τις κεντρικές αίθουσες στο διάστημα 12:00 με 15:30 όπως είχε υποτεθεί και στο προηγούμενο κεφάλαιο. Αν θεωρήσουμε ότι οι κεντρικές αίθουσες χρησιμοποιούνται όλη την ημέρα για εντός Schengen πτήσεις, η απαιτούμενη επιφάνεια είναι 1600 m²

Στο παρακάτω σχήμα από αριστερά προς δεξιά βρίσκονται οι αθροιστικές κατανομές των επιπέδων για τη σημερινή κατάσταση, για την πρώτη και τη δεύτερη εκδοχή αντίστοιχα.





Αντίστοιχα η στέρηση έστω της μεγαλύτερης των κεντρικών αιθουσών αυτό το διάστημα από τις εντός Schengen πτήσεις δεν θα είχε ιδιαίτερη επίπτωση (αριστερά 2600 m² όλη την ημέρα, δεξιά 2600 m² εκτός του διαστήματος 12:00 – 15:30 1910 m²)



Έτσι η συνολική (εντός και εκτός Schengen) αύξηση της επιφάνειας των αιθουσών αναμονής θα ήταν 35%. Το ερώτημα της σκοπιμότητας που τέθηκε και πριν προφανώς ισχύει και τώρα.

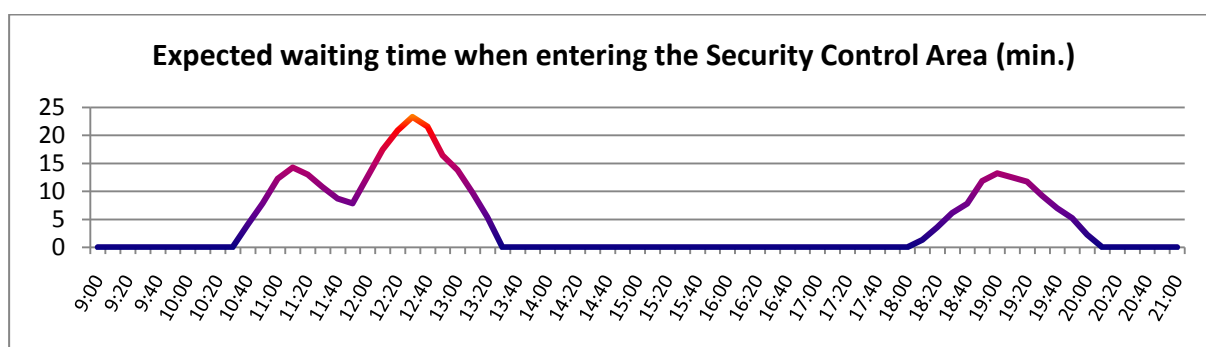
Η μείωση του χρόνου παραμονής εξαρτάται από ολόκληρη την πορεία των επιβατών στο κτίριο και προφανώς την άφιξή τους σε αυτό, οπότε θα συζητηθεί παρακάτω.

Πίνακας 14. Συνοπτική παρουσίαση προηγούμενης εκδοχής

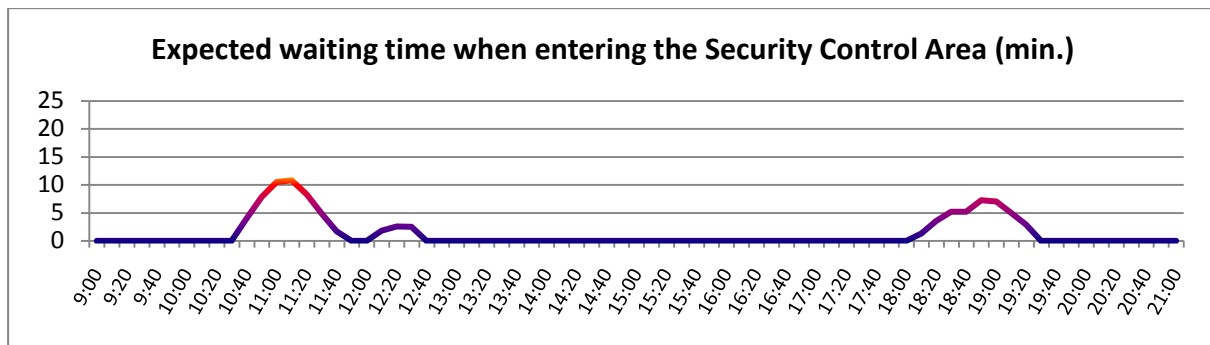
		Υπόλοιπη ημέρα	12:00 – 15:30	Αύξηση	
Υπάρχουσα κατάσταση	Schengen	2050	960	Υπόλοιπη ημέρα	12:00 – 15:30
	NonSchengen	650	1740		
	Σύνολο	2700			
Προσθήκη	Schengen	550	950	27%	99%
	NonSchengen	400	-	61%	-
	Σύνολο	950	35%		
		Schengen	2600	1910	
		NonSchengen	1050	1740	
Σύνολο	Σύνολο	3650			

6.2.2 Έλεγχος ασφαλείας

Στον έλεγχο ασφαλείας το διάστημα με την προβληματικότερη κατάσταση προκύπτει στο χρόνο αναμονής των εντός Schengen επιβατών στη διάρκεια της μεσημεριανής αιχμής. Το παρακάτω αποτέλεσμα προκύπτει με λειτουργία τεσσάρων θέσεων ελέγχου στη διάρκεια της μεσημεριανής αιχμής και έξι στη διάρκεια της βραδινής.



Η υποθετική προσθήκη μιας επιπλέον θέσης ελέγχου προ της ανατολικής αίθουσας (ώστε να μπορεί να χρησιμοποιείται ολόκληρη την ημέρα για εντός Schengen πτήσης) θα είχε το ακόλουθο αποτέλεσμα, με απαίτηση για την επιπλέον θέση συνολικά μόνο τρεις ώρες στη διάρκεια της ημέρας, τα διαστήματα 11:00 – 13:00 και 18:30 – 19:00.



Και εδώ ανακύπτει το ερώτημα της σκοπιμότητας οποιασδήποτε βελτίωσης που περιλαμβάνει επιπλέον εξοπλισμό, αν αυτός απαιτηθεί για τόσο περιορισμένο διάστημα μιας μέρας αιχμής και της δυνατότητας, αφού η επιφάνεια και κυρίως το πλάτος που διατίθεται είναι περιορισμένο.

Προκειμένου ειδικά για τον έλεγχο ασφαλείας των εντός Schengen επιβατών, ο οποίος έπεται άμεσα του check-in, μείωση του μήκους των ουρών και του χρόνου αναμονής μπορεί να επιτευχθεί με συγκράτηση των ήδη σχετικά υψηλών ρυθμών εξυπηρέτησης του check-in. Αυτοί βέβαια επιδιώκονται, όπως θα δούμε παρακάτω, για την αντιμετώπιση ή πρόληψη άλλων προβλημάτων, κυρίως της επέκτασης των ουρών εκτός κτιρίου.

Πέρα από τα παραπάνω, ομολογουμένως θεωρητικής αντιμετώπισης, πρέπει να επισημανθεί η ανάγκη προετοιμασίας για την από 29 Απριλίου 2013 ισχύ του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 297/2010, ο οποίος αίρει τη σήμερα ισχύουσα απαγόρευση στη μεταφορά υγρών¹ και προβλέπει τον έλεγχό τους.

Εκτιμάται (Beisel und Kraft, 2012) ότι η μείωση στους ρυθμούς εξυπηρέτησης θα κυμανθεί μεταξύ 30% και 50% και η πρόσθετη επιφάνεια που θα απαιτηθεί, μόνο λόγω μεγαλύτερου εξοπλισμού ανίχνευσης, θα είναι 20% με 30% ανά θέση ελέγχου. Σε αυτή θα πρέπει να προστεθεί και η επιπλέον επιφάνεια για αναμονή, λόγω μεγαλύτερων χρόνων εξυπηρέτησης.

6.2.3 Check-in

Φτάνοντας στο check-in, βρισκόμαστε στη διαδικασία με το μεγαλύτερο περιθώριο διαμόρφωσης διαφορετικών πολιτικών και ίσως με το μικρότερο κόστος βελτίωσης. Όπως είδαμε πριν στην εφαρμογή, στο check-in προκύπτουν όχι μεν μικροί, αλλά αποδεκτοί χρόνοι αναμονής. Διαφαίνεται λοιπόν ότι κύριος στόχος των αυξημένων ρυθμών εξυπηρέτησης είναι η διατήρηση του μήκους των ουρών σε πλαίσια, πρωτίστως εντός του κτιρίου και σε σημεία που να μην εμποδίζουν την κίνηση μέσα σε αυτό.

Πιθανές βελτιώσεις εδώ, πάντα για το δεδομένο πρόγραμμα πτήσεων είναι:

- Η μείωση του μήκους των ουρών με αύξηση του ρυθμού εξυπηρέτησης
- Η προσφορά μεγαλύτερου χώρου αναμονής

¹ Πλήρης διατύπωση: υγρών, αερολυμάτων και πηκτωμάτων

- Η μείωση των επιβατών που χρησιμοποιούν το check-in στο αεροδρόμιο, με ενίσχυση άλλων μορφών check-in
- Η ομαλοποίηση της άφιξης των επιβατών στο αεροδρόμιο

6.2.3.1 Αύξηση ρυθμού εξυπηρέτησης

Η πρώτη περίπτωση δεν προτείνεται για δυο λόγους. Ο πρώτος είναι ότι οι ρυθμοί που προσφέρονται είναι ήδη υψηλοί και για την επίτευξή τους απαιτείται η απασχόληση επιπλέον των συνηθισμένων υπαλλήλων ανά θέση και υπαλλήλων των ταξιδιωτικών οργανισμών που προετοιμάζουν και βοηθούν τους επιβάτες στην ουρά. Το κόστος μιας περεταίρω αύξησης δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί που θα μετακυλισθεί, αφού ειδικά οι εταιρείες που εκτελούν πτήσεις charter δίνουν έμφαση στην προσφορά υπηρεσιών χαμηλού κόστους.

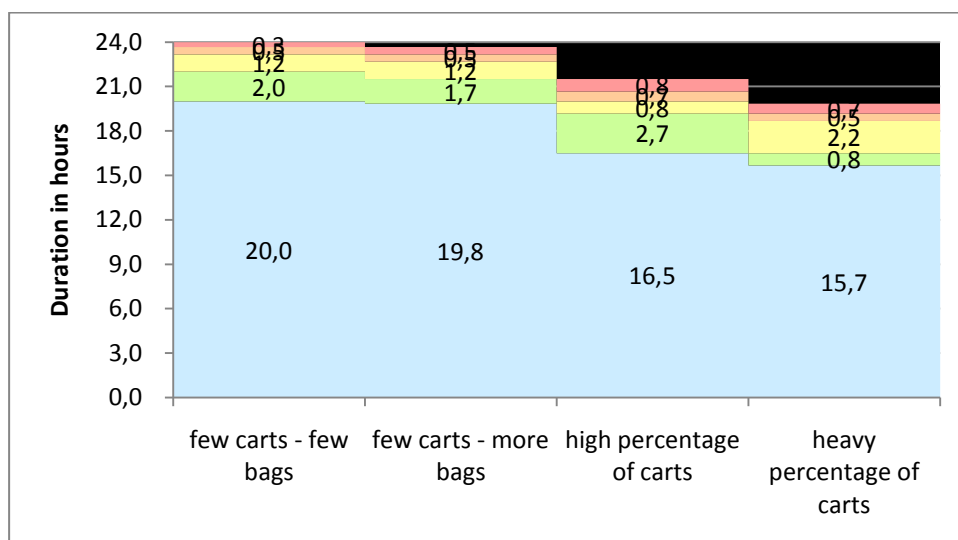
Ο δεύτερος και σημαντικότερος, από την πλευρά της διαχείρισης της κίνησης, είναι ότι ο αυξημένος ρυθμός εξόδου από το check-in είναι ήδη η κύρια αιτία του χαμηλού επιπέδου εξυπηρέτησης στον έλεγχο διαβατηρίων και στον έλεγχο ασφαλείας (ιδίως των εντός Schengen επιβατών).

6.2.3.2 Αύξηση επιφάνειας αναμονής

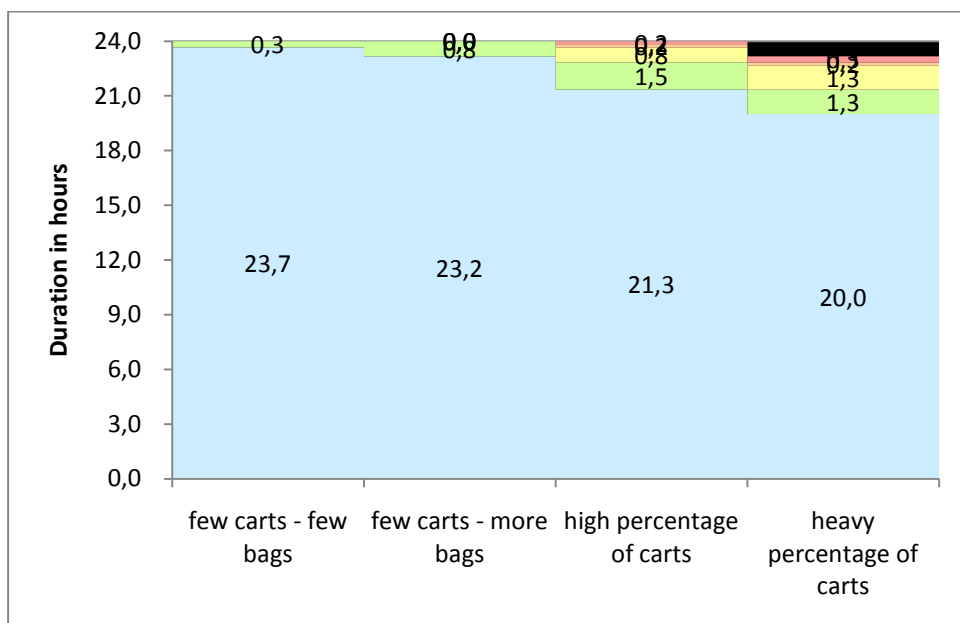
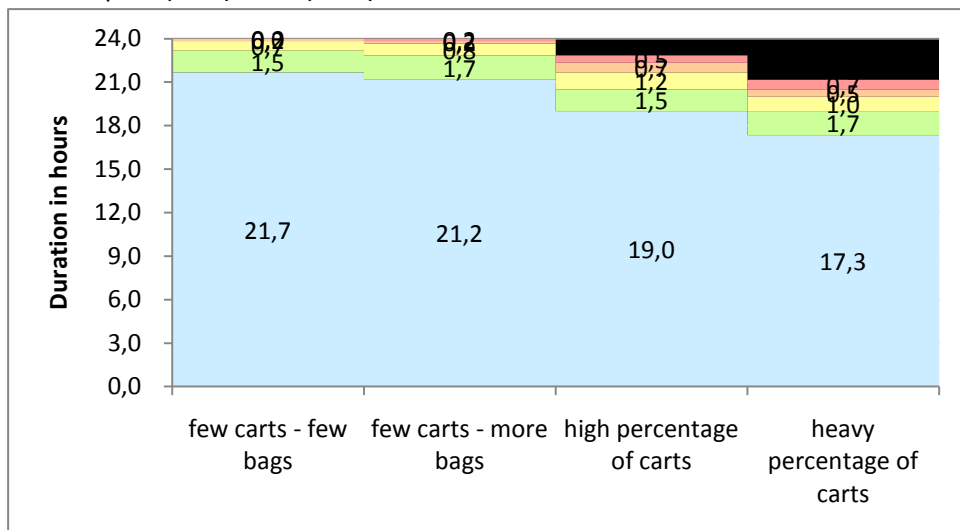
Η προσφορά μεγαλύτερου χώρου αναμονής έχει ίσως και τη μεγαλύτερο ενδεχόμενο πραγματοποίησης και το πλεονέκτημα να μην επηρεάζει τη ροή της κίνησης μετά το check-in, ούτε να απαιτεί (απίθανες μάλλον) αλλαγές πολιτικής από τους ταξιδιωτικούς οργανισμούς ή τις αεροπορικές εταιρείες.

Ενδιαφέρον θα είχε η εξέταση της κατασκευής ευέλικτων πρόσθετων χώρων (Psaraki, 2010) πριν το check-in. Πέρα από τη γενικότερη ανάγκη για παροχή μεγαλύτερης επιφάνειας αναμονής τέτοιοι χώροι μπορούν καλύψουν άμεσα την ανάγκη για προστασία των επιβατών που ήδη σε ορισμένα διαστήματα αναμένουν εκτός των ορίων του κτιρίου.

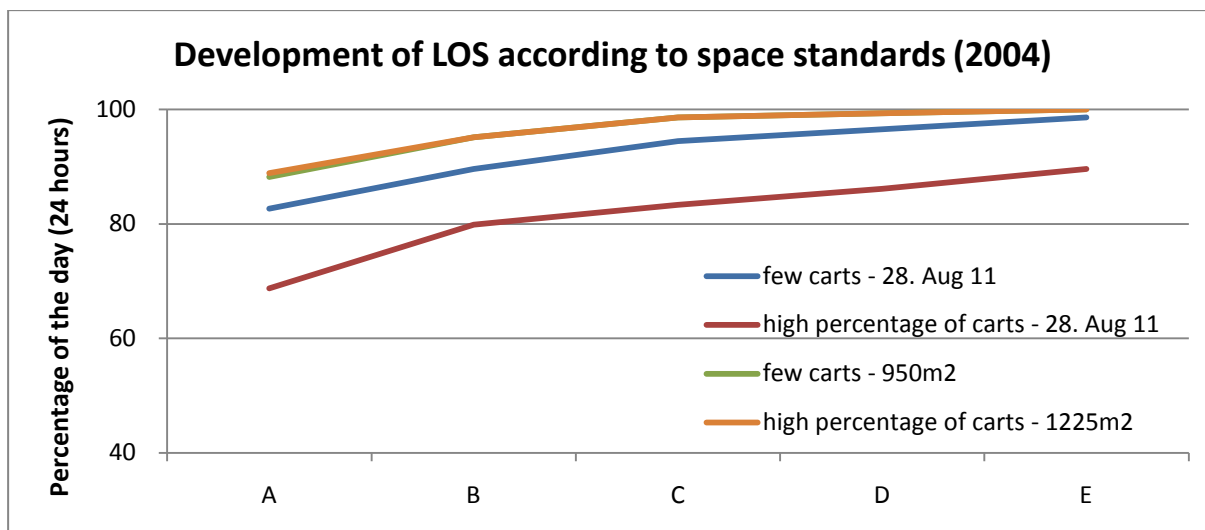
Το γιατί οποιαδήποτε προσθήκη έχει νόημα μόνο ως ευέλικτη κατασκευή γίνεται σαφές από τα επόμενα σχήματα. Το πρώτο είναι αυτό που προέκυψε στο προηγούμενο κεφάλαιο για τη 28^η Αυγούστου 2011.



Ακόμα και με το δυσμενέστερο κριτήριο (πολύ μεγάλο ποσοστό καροτσιών αποσκευών) το διάστημα για το οποίο θα απαιτηθεί η πρόσθετη επιφάνεια, ακόμα και την ημέρα αιχμής, είναι μικρότερο από έξι ώρες. Τα επόμενα δυο προκύπτουν για εξάλειψη του επιπέδου F με παραδοχή λίγων (2^η στήλη) και πολλών (3^η στήλη) αντίστοιχα καροτσιών αποσκευών. Οι αντίστοιχες απαιτούμενες επιφάνειες θα ήταν 950 m² και 1225 m².



Τα αποτελέσματα στις δυο αυτές εκδοχές πρακτικά συμπίπτουν. Η πραγματικότητα φαίνεται να βρίσκεται πιο κοντά στην παραδοχή λίγων καροτσιών, αλλά πολλών αποσκευών· στη πρώτη δηλαδή από τις εκδοχές. Στο επόμενο σχήμα βρίσκονται οι αθροιστικές κατανομές για τις δυο εκδοχές και για τη σημερινή κατάσταση.



Η χρήση τέτοιων χώρων σε αεροδρόμια σίγουρα δεν αποτελεί κοινή πρακτική, στη χώρα μας όμως έχει αποκτηθεί σημαντική εμπειρία στην κατασκευή και χρήση τους σε άλλους τομείς, με την εκμετάλλευση των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών και την εύρεση μεθόδων προστασίας από τις υψηλές θερμοκρασίες στις οποίες τέτοιες κατασκευές είναι ευαίσθητες. Εξάλλου, στους επισκέπτες – επιβάτες η εικόνα τους θα είναι οικεία μετά την παραμονή τους στη χώρα.

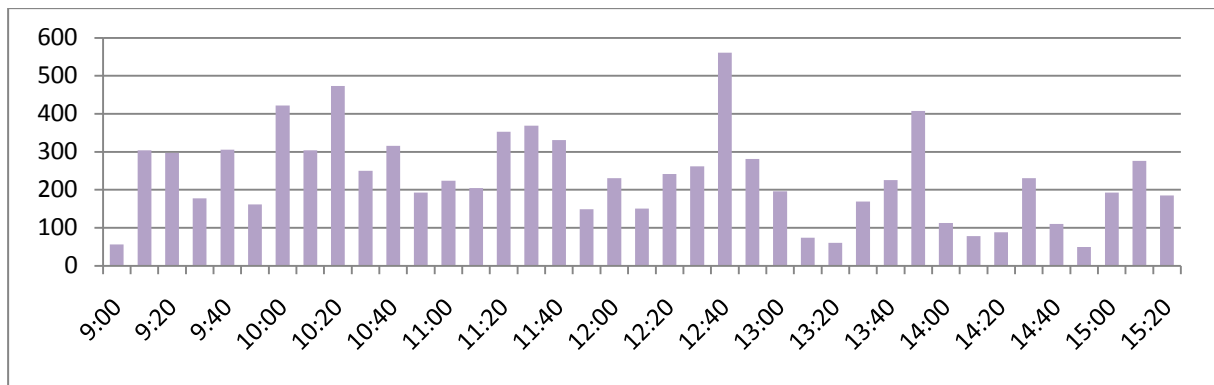
Πέρα από το προφανές πλεονέκτημα της (μερικής έστω) απομάκρυνσής τους όταν δεν απαιτούνται, μεταξύ της χρησιμοποίησής τους για αναμονή πριν την επιβίβαση και την αναμονή για το check-in, στην περίπτωση του check-in έχουν και χαμηλότερο κόστος κατασκευής, λόγω της απουσίας των απαιτήσεων ασφαλείας που ισχύουν στις μετά των ελέγχων περιοχές.

6.2.3.3 Εναλλακτικές μορφές check-in

Η ενίσχυση της χρήσης εναλλακτικών μορφών check-in (στο σπίτι, από κινητό κ.α.) εφαρμόζεται ήδη από τις εταιρείες που εκτελούν προγραμματισμένες πτήσεις. Η συνεισφορά στην αποφόρτιση του check-in είναι περιορισμένη, καθώς όπως είδαμε οι επιβάτες τέτοιων πτήσεων αποτελούν μόλις το 12% του συνολικού αριθμού και η εφαρμογή τους από τις εταιρείες charter δεν φαίνεται να προτιμάται.

6.2.3.4 Ομαλοποίηση άφιξης επιβατών

Η ομαλοποίηση της άφιξης των επιβατών στο κτίριο έχει θεωρητικά τη δυνατότητα να αποφορτίσει τη διαδικασία του check-in (και διαδικασίες μετά αυτού κατά περίπτωση) και ακόμα και σε ένα βεβαρημένο πρόγραμμα υπάρχουν, όπως φαίνεται και στο παρακάτω απόσπασμα της κατανομής άφιξης, δυνατότητες καλύτερης διαχείρισης της άφιξης στο κτίριο.



Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι αλλαγή στην ισχύουσα πολιτική είναι δύσκολο να συμβεί, αφού αυτή καθορίζεται από την ανάγκη για μεταφορά με τα ίδια λεωφορεία που γίνεται η μετάβαση των επιβατών στο αεροδρόμιο και των αφικνούμενων επιβατών της αντίστοιχης πτήσης. Η αρκετά ενωρίτερα της αναχώρησης άφιξη των επιβατών στο κτίριο, πέρα από όλες τις αρνητικές συνέπειες που έχουν αναφερθεί σε διάφορες παραγράφους εδώ, έχει το πλεονέκτημα να καθίστανται αποδεκτοί χρόνοι αναμονής, ειδικά στους ελέγχους, που σε άλλες περιπτώσεις θα σήμαιναν τον κίνδυνο μη έγκαιρης άφιξης στην πύλη για επιβίβαση.

6.2.4 Συμπεράσματα

Εξετάσαμε στις προηγούμενες παραγράφους συνοπτικά κάποιες τεχνικές που θα μπορούσαν να αμβλύνουν τα προβλήματα που εμφανίζονται μια ημέρα αιχμής στο κτίριο επιβατών του αεροδρομίου του Ηρακλείου θεωρώντας δεδομένο το πρόγραμμα των πτήσεων.

Δεν εξετάσαμε άρα καθόλου την εκδοχή της διαφορετικής κατανομής μέσα στην ημέρα των ίδιων πτήσεων. Είναι αποδεκτό ότι το αεροδρόμιο (και οποιοδήποτε άλλο αντίστοιχης κατηγορίας) μπορεί να έχει πολλή μικρή έως ανύπαρκτη επιρροή στον προγραμματισμό των αεροπορικών εταιρειών. Η ανελαστικότητα της προσφοράς αναδεικνύει το γεγονός ότι υφίσταται μόνο το δίλημμα της πραγματοποίησης ή μη της πτήσης και όχι ο προβληματισμός για την εύρεση της καταλληλότερης ώρας.

Ο κίνδυνος αναστολής μιας πτήσης προς όφελος ανταγωνιστικού προορισμού οδηγεί στην αποδοχή αυτής της κατάστασης παρά την ύπαρξη ανεκμετάλλευτης χωρητικότητας στη διάρκεια του μήνα αιχμής, αλλά οριακά και στη διάρκεια της ημέρας αιχμής. Οπότε επιστρέφει κανείς στην τοποθέτηση στην αρχή αυτής της παραγράφου, ότι δεν μπορεί να υπάρχει κατ' ανάγκη μια τεχνική λύση σε αυτά τα προβλήματα.

Αν κριθεί ότι η κίνηση αυτή είναι απαραίτητη για την τοπική οικονομία και αποφασισθεί η προσπάθεια διατήρησής της, πρέπει ταυτόχρονα να αποφασισθεί και ποια είναι η ποιότητα που θα προσφέρεται στους επισκέπτες της περιοχής. Το σημερινό επίπεδο εξυπηρέτησης φαίνεται να είναι αποδεκτό ή έστω ανεκτό από τις αεροπορικές εταιρείες και τους ταξιδιωτικούς οργανισμούς, αφού αυξάνουν, τουλάχιστον στο Ηράκλειο, τη συχνότητα των πτήσεων τους ήδη προβληματικές ημέρες.

Μένει να διαπιστωθεί αν είναι αποδεκτό και από τους εμπλεκόμενους στην, από τους ίδιους αποκαλούμενη, βαριά βιομηχανία της χώρας και εάν όχι να αποφασισθεί ποιος θα επωμισθεί το κόστος βελτιώσεων που θα απαιτηθούν για ορισμένες ώρες λιγότερων από δέκα ημερών το χρόνο.

6.3 Επίλογος

Οι διαχειριστές των αεροδρομίων της χώρας, ειδικά εκείνων των νησιών, θα βρεθούν στο άμεσο μέλλον μεταξύ των πιέσεων των τοπικών κοινωνιών για την εξυπηρέτηση ενός σημαντικού αριθμού εποχικών πτήσεων και της πίεσης για χρηματοδότηση των αναγκών σε αυτήν την κατεύθυνση επενδύσεων.

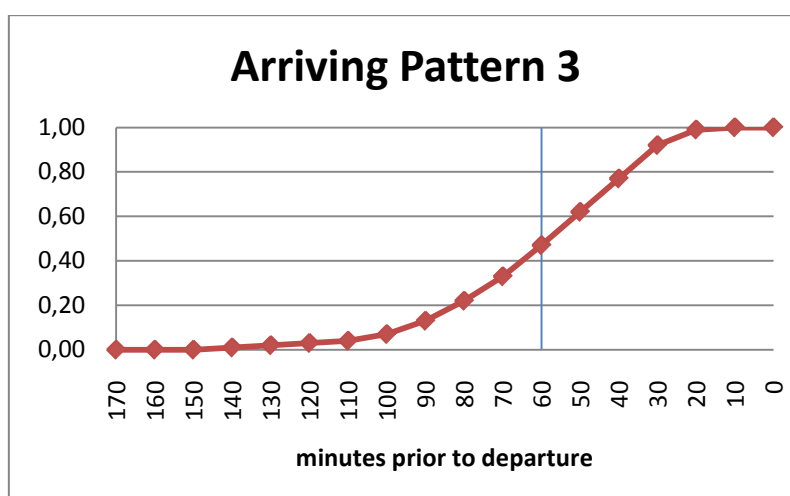
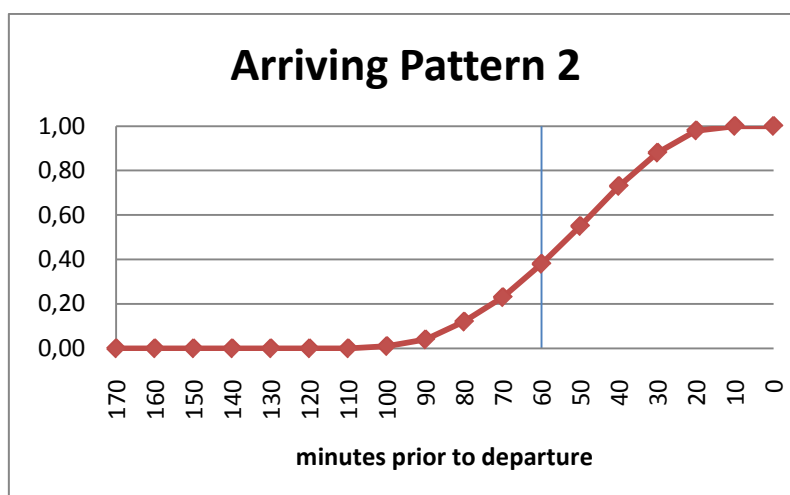
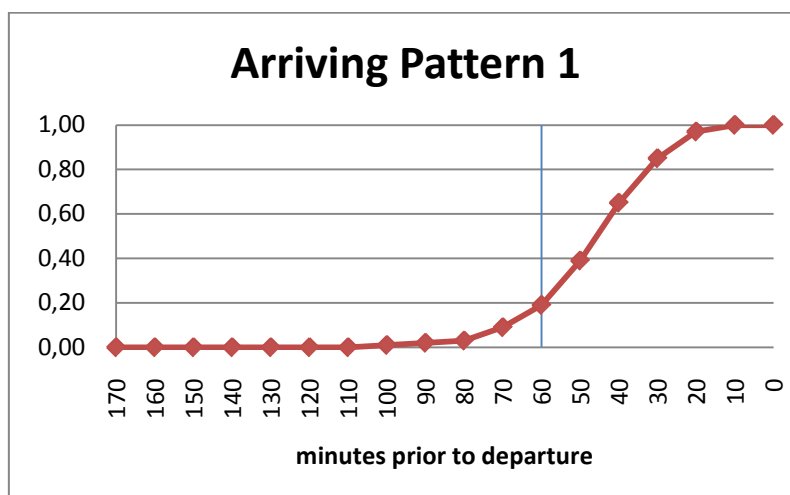
Η βιωσιμότητα και η σκοπιμότητα τέτοιων επενδύσεων θα αμφισβητηθεί έντονα, αφού στην πλειονότητα των περιπτώσεων οι υπάρχουσες υποδομές υπεραρκούν για την κίνηση του χειμώνα και αρκετών ημερών του καλοκαιριού. Το αεροδρόμιο του Ηρακλείου που παρουσιάστηκε εδώ έχει την τύχη να δέχεται αξιόλογη κίνηση και το χειμώνα. Δεν ισχύει το ίδιο και για όλα τα αεροδρόμια με εποχική κίνηση, με χαρακτηριστικότερο όλων ίσως της Ζακύνθου, στα οποία οι ανισότητες είναι εντυπωσιακές.

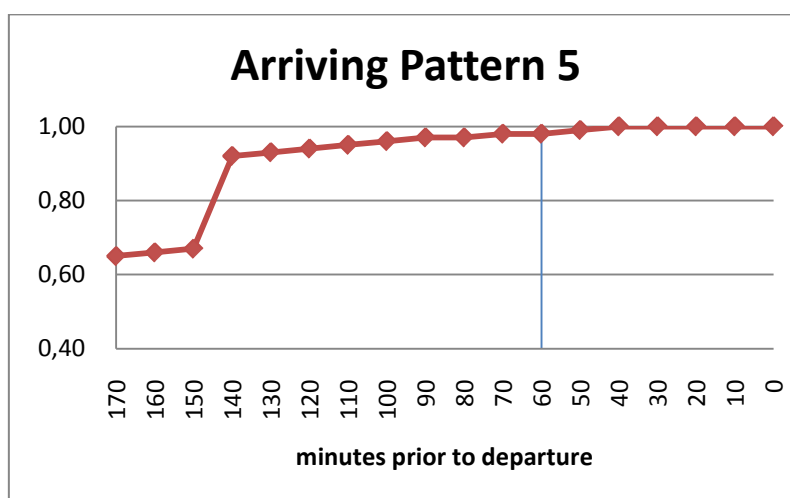
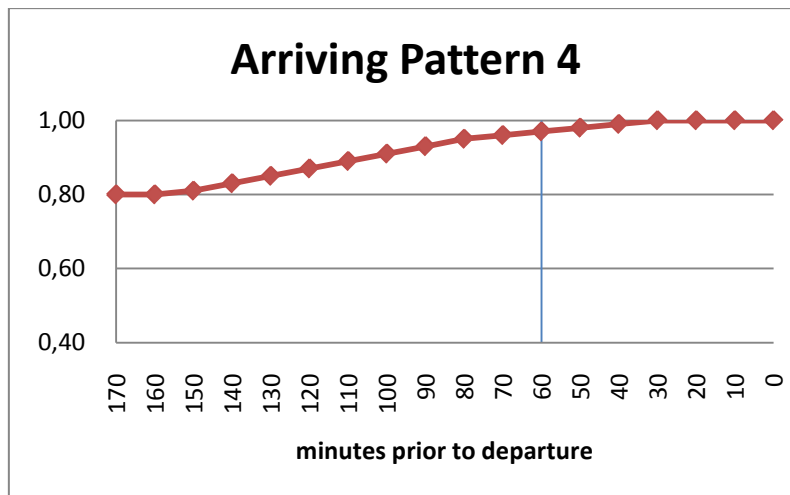
Το μοντέλο που παρουσιάστηκε στην εργασία αυτή στο παράδειγμα του Ηρακλείου μπορεί να αποτελέσει ένα απλό εργαλείο για τον προσδιορισμό των προβληματικών θέσεων στο κτίριο του αεροδρομίου και να διευκολύνει μια πρώτη εκτίμηση των απαιτούμενων παρεμβάσεων. Πέρα από τις ελλείψεις και τις παραδοχές που έχουν αναφερθεί σε διάφορα σημεία, δεν πρέπει να αγνοείται πώς το κτίριο επιβατών είναι απλώς ένα μέλος του συστήματος αεροδρόμιο.

Στην αποφυγή καθυστερήσεων κρίσιμο ρόλο έχει και το μη ορατό στους επιβάτες σύστημα διαχείρισης και ελέγχου των αποσκευών που δεν μελετήθηκε εδώ. Η εικόνα για το landside μένει να ολοκληρωθεί από την υποδομή πρόσβασης και στάθμευσης στο αεροδρόμιο. Συνήθης πηγή καθυστερήσεων επίσης εκτός του landside σε αεροδρόμια με εποχική κίνηση αποτελούν τα περιορισμένα stands. Τέλος, μη αμελητέα είναι η επιρροή του συστήματος ελέγχου της εναέριας κυκλοφορίας στο επίπεδο εξυπηρέτησης που παρέχεται. Υπό αυτό το πρίσμα η εργασία αυτή μπορεί να ειπωθεί ως μια μικρή και ανολοκλήρωτη προσπάθεια συνεισφοράς στη διαχείριση της εποχικής κίνησης σε ότι αφορά το τμήμα των κτιρίων επιβατών αυτών των αεροδρομίων.

Παράρτημα

1. Κατανομές αφίξεων επιβατών στο κτίριο





2. Κατά ICAO και IATA κωδικοί κυριότερων αεροδρομίων και αεροπορικών εταιριών

Πίνακας 15. Κατά ICAO και IATA κωδικοί αεροδρομίων κυριότερων προορισμών από τα ελληνικά περιφερειακά αεροδρόμια

Αεροδρόμιο	ICAO	IATA
Ελλάδα (LG**)		
Αθήνα	LGAV	ATH
Άκτιο	LGPZ	PVK
Αλεξανδρούπολη	LGAL	AXD
Άραξος	LGRX	GPA
Αστυπάλαια	LGPL	JTY
Ζάκυνθος	LGZA	ZTH
Ηράκλειο	LGIR	HER
Θεσσαλονίκη	LGTS	SKG
Ικαρία	LGIK	JKI
Ιωάννινα	LGIO	IOA
Καβάλα	LGKV	KVA
Καλαμάτα	LGKL	KLX
Κάλυμνος	LGKY	JKL
Κάρπαθος	LGKP	AOK
Κάσος	LGKS	KSJ
Καστελόριζο	LGKJ	KZS
Καστοριά	LGKA	KSO
Κέρκυρα	LGKR	CFU
Κεφαλονιά	LGKF	EFL
Κοζάνη	LGKZ	KZI
Κύθηρα	LGKC	KIT
Κως	LGKO	KGS
Λέρος	LGLE	LRS
Λήμνος	LGLM	LXS
Μήλος	LGML	MLO
Μύκονος	LGMK	JMK

Συνέχεια στην επόμενη σελίδα

Αεροδρόμιο	ICAO	IATA
Μυτιλήνη	LGMT	MJT
Νάξος	LGNX	JNX
Νέα Αγχίαλος	LGBL	VOL
Πάρος	LGPA	PAS
Ρόδος	LGRP	RHO
Σάμος	LGSM	SMI
Σαντορίνη	LGSR	JTR
Σητεία	LGST	JSI
Σκιάθος	LGSK	JSI
Σκύρος	LGSY	SKU
Σύρος	LGSO	JTS
Χανιά	LGSA	CHQ
Χίος	LGHI	JKH
Βέλγιο (EB**)		
Αμβέρσα	EBAW	ANR
Βρυξέλλες	EBBR	BRU
Γερμανία (ED**) ¹		
Βερολίνο Schönefeld	EDDB	SXF
Βερολίνο	EDDB	BER
Φρανκφούρτη	EDDF	FRA
Κολωνία - Βόννη	EDDK	CGN
Ντυσελντορφ	EDDL	DUS
Μόναχο	EDDM	MUC
Λειψία	EDDP	LEJ
Στουτγκάρδη	EDDS	STR
Βερολίνο Tegel	EDDT	TXL
Αννόβερο	EDDV	HAI
Weeze	EDLV	NRN
Συνέχεια στην επόμενη σελίδα		

¹ Και (ET**) για στρατιωτικά αεροδρόμια, που όμως δεν ενδιαφέρουν εδώ.

Αεροδρόμιο	ICAO	IATA
Ηνωμένο Βασίλειο (EG**)		
Birmingham	EGBB	BHX
Manchester	EGCC	MAN
Bristol	EGGD	BRS
Λονδίνο Gatwick	EGKK	LGW
Λονδίνο Stansted	EGSS	STN
Exeter	EGTE	EXT
Ολλανδία (EH**)		
Άμστερνταμ	EHAM	AMS
Δανία (EK**)		
Κοπεγχάγη	EKCH	CPH
Πολωνία (EP**)		
Βαρσοβία	EPWA	WAW
Λιθουανία (EY**)		
Vilnius	EYVI	VNO
Κύπρος (LC**)		
Λάρνακα	LCLK	LCA
Ισπανία (LE**)		
Βαρκελώνη	LEBL	BCN
Μαδρίτη Barajas	LEMD	MAD
Μαδρίτη Torrejon	LETO	TOJ
Γαλλία (LF**)		
Lyon	LFLL	LYS
Μασσαλία	LFML	MRS
Roissy Charles de Gaulle	LFPG	CDG
Νάντη	LFRS	NTE
Βασιλεία - Μυλούζη	LFSB	MLH
Συνέχεια στην επόμενη σελίδα		

Αεροδρόμιο	ICAO	IATA
Ουγγαρία (LH**)		
Βουδαπέστη	LHBP	BUD
Ιταλία (LI**)		
Μιλάνο Malpensa	LIMC	MXP
Bergamo	LIME	BGY
Τορίνο	LIMF	TRN
Πάρμα	LIMP	PMF
Μπολώνια	LIPE	BLQ
Βερόνα	LIPX	VRN
Ρώμη Fiumicino	LIRF	FCO
Νάπολη	LIRN	NAP
Σλοβενία(LJ**)		
Λουμπλιάνα	LJLJ	LJU
Τσεχία (LK**)		
Ostrava	LKMT	OSR
Πράγα	LKPR	PRG
Brno	LKTB	BRQ
Ισραήλ (LL**)		
Τελ Αβίβ Ben Gurion	LLBG	TLV
Αυστρία (LO**)		
Graz	LOWG	GRZ
Ίνσμπρουκ	LOWI	INN
Βιέννη	LOWW	VIE
Ελβετία (LS**)		
Γενεύη	LSGG	GVA
Ζυρίχη	LSZH	ZRH
Τουρκία (LT**)		
Κωνσταντινούπολη	LTBA	IST
Συνέχεια στην επόμενη σελίδα		

Αεροδρόμιο	ICAO	IATA
Σλοβακία (LZ**)		
Μπρατισλάβα	LZIB	BTS
Kosice	LZKZ	KSC
Σαουδική Αραβία (OE**)		
Τζέντα	OEJN	JED
Ουκρανία (UK**)		
Κίεβο Boryspil	UKBB	KBP
Οδυσσόζ	UKOO	ODS
Ρωσία (UE**, UH**, UI**, UL**, UN**, UO**, UR**, US**, UU**, UW**)		
Αγία Πετρούπολη	ULLI	LED
Αικατερίνμπουργκ	USSS	SVX
Μόσχα Domodedovo	UUDD	DME
Μόσχα Sheremetyevo	UU EE	SVO
Μόσχα Vnukovo	UUWW	VKO
Kazan	UWKD	KZN

Πίνακας 16. Κατά ICAO και IATA κωδικοί κυριότερων αεροπορικών εταιρειών που λειτουργούν σε ελληνικά περιφερειακά αεροδρόμια

Αεροπορική εταιρεία	ICAO	IATA
Ελλάδα		
Aegean Airlines	AEE	A3
Astra Airlines	AZI	A2
Blue Bird Airways	BBG	BZ
Hellenic Imperial Airways	IMP	HT
Olympic Air	OAL	OA
Sky Express	SEH	GQ
Viking Hellas Airlines	VKH	VQ
Εξωτερικό		
Adria Airways	ADR	JP
Astraeus	AEU	5W
Air Italy	AEY	I9
Aeroflot Russian Airlines	AFL	SU
Arkia - Israeli Airlines	AIZ	IZ
Austrian	AUA	OS
Alitalia	AZA	AZ
Air Berlin	BER	AB
TUIfly Nordic	BLX	6B
Condor	CFG	DE
Edelweiss Air	EDW	WK
Enter Air	ENT	
Easyjet Switzerland	EZS	DS
Easyjet	EZY	U2
Europe Airpost	FPO	5O
Germanwings	GWI	4U
XL Airways Germany	GXL	
Lauda Air	LDA	NG
CAE Aviation	LXC	
Monarch Airlines	MON	ZB
Συνέχεια στην επόμενη σελίδα		

Αεροπορική εταιρεία	ICAO	IATA
MAP	MPJ	AQ
Norwegian Air Shuttle	NAX	DY
Orenair	ORB	R2
Rossair Europe	ROS	
Air Sweden	SNX	
Thomas Cook Airline	TCW	FQ
Thomas Cook Airlines	TCX	MT
Thomsonfly	TOM	BY
Transavia	TRA	HV
Transaero Airlines	TSO	UN
TUIFly	TUI	X3
Transavia France	TVF	TO
Travel Service	TVQ	
Travel Service	TVS	QS
Nordstar	TYA	Y7
Viking Airlines	VIK	4P
Wind Rose Aviation	WRC	7W
XL Airways France	XLF	SE

3. Απόσπασμα του προγράμματος πτήσεων της 28^{ης} Αυγούστου 2011

Ώρα	Εταιρεία	Αρ. Πτήσης	Τύπος Α/φ	Προορισμός	Χωρητικότητα	Πληρότητα	Επιβάτες	
0:13	ENT	6216	B734	KTW	168	95,24%	160	Charter
...	...	...	...	...	...	...	...	...
6:32	SEH	0110	JS41	JSH	029	17,24%	005	Scheduled
6:42	OAL	0501	A320	ATH	156	35,26%	055	Scheduled
6:45	AEE	0301	A320	ATH	168	60,12%	101	Scheduled
6:50	AEE	4624	A320	TLV	180	74,44%	134	Charter
6:57	LOT	6456	B734	CGN	162	98,15%	159	Charter
7:07	LOT	6748	B734	WAW	162	100,00%	162	Charter
7:09	SEH	0152	JS41	ATH	029	75,86%	022	Scheduled
7:26	AEE	4124	A320	NTE	180	92,78%	167	Charter
7:52	OAI	0356	B733	LGW	148	100,00%	148	Charter
8:00	GWI	8679	A319	SXF	144	77,08%	111	Charter
8:07	ELY	5022	B752	TLV	220	80,00%	176	Charter
8:30	OAL	0503	A319	ATH	140	66,43%	093	Scheduled
8:38	TUI	0003	B738	BSL	189	100,00%	189	Charter
8:41	CCS	5793	B733	BTS	148	97,30%	144	Charter
8:44	AFL	1298	A320	SVO	140	100,00%	140	Charter
9:38	AEE	0612	A320	ATH	168	80,36%	135	Scheduled
9:50	AIZ	0094	B753	TLV	279	89,25%	249	Charter
10:06	NLY	3497	A320	VIE	180	97,22%	175	Charter
10:09	ENT	7206	B734	POZ	168	100,00%	168	Charter
10:11	LLP	8708	A320	WRO	180	99,44%	179	Charter
10:14	SVR	3772	A320	SVX	162	71,60%	116	Charter
10:18	BTI	7748	B733	RIX	160	83,75%	134	Charter
10:20	ORB	9658	B738	LED	189	99,47%	188	Charter
10:22	WRC	7012	A321	KBP	210	99,52%	209	Charter
10:40	SEH	0210	JS41	JKI	030	40,00%	012	Scheduled
10:55	AEY	0067	B733	VCE	144	100,00%	144	Charter
10:59	TUI	0076	B738	STR	200	92,50%	185	Charter
11:05	TRA	0588	B738	AMS	190	95,26%	181	Charter
11:11	CND	0702	B738	AMS	189	99,47%	188	Charter
11:28	TUI	0066	B738	HAM	189	77,25%	146	Charter
11:33	AEE	4960	A320	DME	175	94,29%	165	Charter
11:35	TRA	0480	B738	EIN	190	64,74%	123	Charter
11:40	ADH	0643	A320	MXP	159	106,29%	169	Charter
11:43	CFG	7827	B753	DUS	265	97,36%	258	Charter
12:01	SAS	7742	MD82	BLL	190	77,89%	148	Charter
12:04	TRA	0970	B738	AMS	186	93,55%	174	Charter
12:10	CFG	7463	A320	HAM	180	87,78%	158	Charter
12:16	GWI	0005	A319	CGN	150	99,33%	149	Charter
12:28	LOT	6174	B734	POZ	176	90,34%	159	Charter
12:31	MED	0224	CRJ2	RUH	050	84,00%	042	Charter
12:37	AFL	1228	IL96	SVO	286	94,41%	270	Charter
12:42	GWI	2673	A319	STR	144	97,22%	140	Charter
12:49	AEE	0315	A319	ATH	138	84,78%	117	Scheduled

12:51	TCW	7815	B733	LGG	158	93,67%	148	Charter
12:54	LOT	6740	B734	KRK	162	98,77%	160	Charter
12:56	CFG	7253	A320	HAI	180	96,67%	174	Charter
13:00	VKH	0886	A320	RHO	180	85,00%	153	Charter
13:06	TCW	0513	A320	BRU	180	99,44%	179	Charter
13:08	SEH	0142	JS41	MJT	030	96,67%	029	Scheduled
13:13	EDW	0349	A320	ZRH	168	72,02%	121	Charter
13:15	SAS	7924	MD82	ARN	190	77,89%	148	Charter
13:18	CFG	7813	B753	STR	279	90,32%	252	Charter
13:21	TRA	0332	B738	AMS	180	44,44%	080	Charter
13:23	TYA	7718	B738	DME	178	94,94%	169	Charter
13:30	OAL	0505	A319	ATH	140	85,71%	120	Scheduled
13:33	ELL	8412	B733	TLL	142	100,00%	142	Charter
13:36	TRA	1838	B738	AMS	184	100,00%	184	Charter
13:40	AEE	4626	A320	TLV	180	94,44%	170	Charter
13:52	TSO	0476	B762	LED	280	73,21%	205	Charter
14:08	TSO	0566	T204	DME	182	98,90%	180	Charter
14:13	TUI	0001	B738	HAI	200	94,00%	188	Charter
14:17	ELY	5024	B752	TLV	240	81,67%	196	Charter
14:21	ENT	7204	B738	KTW	189	98,94%	187	Charter
14:24	NVR	0278	A321	OSL	220	83,64%	184	Charter
14:32	ENT	7208	B734	BZG	168	95,83%	161	Charter
14:34	AFL	0268	A321	SVO	170	97,65%	166	Scheduled
14:39	LAV	1710	B734	MXP	170	97,65%	166	Charter
14:47	TSO	0556	B735	DME	106	87,74%	093	Charter
14:54	ISR	0502	A320	TLV	174	98,85%	172	Charter
15:09	KIL	3056	B737	KRR	124	70,16%	087	Charter
15:12	TOM	0098	B738	EMA	189	98,41%	186	Charter
...	...	...	...	...	...	...	...	...
23:49	TOM	0089	B733	DSA	148	100,00%	148	Charter

Πηγή: Επεξεργασία από Υ.Π.Α.

Βιβλιογραφία

De Neufville, R. and A.R. Odoni (2003) *Airport Systems planning, design, and management*, McGraw-Hill, New York.

Greek Rider (2012) Τουρισμός και οικονομική κρίση, http://greekrider.blogspot.de/2012/03/blog-post_11.html , 11.03.2012.

ΣΕΤΕ (2011) Διεθνείς Τουριστικές Αφίξεις στα κυριότερα Αεροδρόμια, ΙΑΝ – ΑΥΓ 2011/2010 – Προσωρινά Στοιχεία

(1), http://www.sete.gr/files/Media/Statistika/Greece/Tourist%20Arrivals/Arrivals%20Airports/110907_AUG_2011_10%28bilingual%20version%29.pdf , 07.09.2011.

ΣΕΤΕ (2012) Διεθνείς Τουριστικές Αφίξεις στα κυριότερα Αεροδρόμια, ΙΑΝ – ΔΕΚ 2011/2010 – Προσωρινά Στοιχεία

(1), http://www.sete.gr/files/Media/Statistika/Greece/Tourist%20Arrivals/Arrivals%20Airports/120113_DEC_2011_10%28bilingual%20version%29.pdf , 13.01.2012.

Airliners.GR (2012) Τα «ελληνικά» αεροδρόμια στο [airliners.GR]!, <http://www.airliners.gr/el/airports/index.php> , 26.03.2012.

Universidad de Malaga (2008) Sistemas de Información

Turística, http://www.mbm.uma.es/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=9&Itemid=99999999, 30.05.2012.

COMPUTERWORLD (2004) Nuevo proyecto TIC en

Aena, <http://www.idg.es/computerworld/articulo.asp?id=159181>, 04.06.2004.

Flight Transportation Associates, Inc. (2001) FTA Analysis Tools and Models, <http://www.ftausa.com/ftamodel.htm>, 30.05.2012

Trans-European Transport Network Executive Agency (2010) Mid-Term Review of the 2007-2013 TEN-T MAP Project

Portfolio, http://ec.europa.eu/transport/infrastructure/midterm_review/midterm_review_en.htm, 30.05.2012

Στεφανής, Β., Β. Προφυλλίδης και Δ. Δημητρίου (2001) Αερομεταφορές και τουρισμός σε κύριους τουριστικούς προορισμούς στην νησιωτική Ελλάδα, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21^ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Arvanitis, P., G. Williams and I. Stockman (2001) Charter airlines in Greece, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Σταυλός, Γ. (2001) Σύστημα αερομεταφορών στη δωδεκάνησο ανάλυση προβλημάτων – προοπτικές εξέλιξης, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Αμπακούμκιν, Κ., Α. Μπαλλής, Ε. Σφακιανάκη (2001) Έρευνα ζήτησης αερομεταφορών Ν. Κρήτης και κατάρτισης γενικού σχεδίου ανάπτυξης κρατικού αερολιμένα Ηρακλείου, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Henzler, P. and E. Matsoukis (2001) Regional Airports Development: The case study of the Ithaca, VIP Airport, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Ευσταθόπουλος, Ν., Α. Σαλονικίδου, L. Sims, Γ. Αύφαντοπούλου και Α. Richetta (2001) Προοπτικές ανάπτυξης αεροδρομίου Σαντορίνης, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Τσούκα, Δ., Ε. Ματσούκης και Δ. Σκάγιαννης (2001) Αερομεταφορική εξυπηρέτηση Πελοποννήσου, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Τσούκα, Δ., Α. Μπαλλής, Σ. Πουλιμενάκος (2001) Γενική πολιτική ανάπτυξης ελληνικών αεροδρομίων και χρηματοδοτήσεις, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Προφυλλίδης, Β. και Γ. Μποτζώρης (2001) Ο Σχεδιασμός των κτηριακών εγκαταστάσεων ενός αεροδρομίου σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Μπαλλής, Α., Δ. Τσούκα και Ιρ. Αμπακούμκιν (2001) Διαστασιολόγηση αεροσταθμών και απαιτούμενες προσαρμογές λόγω της συνθήκης Schengen – εμπειρίες από εφαρμογές στην Ελλάδα, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Κωστάκη, Τ. (2001) Τα περιφερειακά αεροδρόμια και η ανάπτυξή τους από 1946 έως 1990. Προβλήματα και γεωφυσικές ιδιαιτερότητες του Ελλαδικού χώρου, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Νικολαΐδης, Α., Π. Βλαχοδημητρόπουλος και Μ. Παπαοικονόμου (2001) Ανάπτυξη ενός συστήματος Αεροδρομίων στην Ελλάδα, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Τσαμπούλας, Δ., Δ. Κορυζής και Α. Ροϊδάκης (2001) Οικονομικός και οργανωτικός σχεδιασμός ανάπτυξης Ελληνικών αεροδρομίων, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίξεις στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Σκυργιάννης, Χ. και Π. Σκάγιαννης (2001) Αερομεταφορές και Τουρισμός: ο ρόλος του αεροδρομίου Νέας Αγχιάλου, Ανακοίνωση, Διεθνές Συνέδριο για τις Αερομεταφορές και τα Αεροδρόμια: Εξελίζει στον 21ο αιώνα, Πάτρα, 03 Δεκεμβρίου 2001.

Strathaus, U. (2011) Remote Regions, Tourism & Air Transportation Challenges and Opportunities, Ανακοίνωση, Ημερίδα Περιφέρεια, Τουρισμός και Αερομεταφορές, Ρόδος, 21 Οκτωβρίου 2011.

Dimitriou, D. and M. Sartzetaki (2010) Περιφερειακά Τουριστικά Αεροδρόμια – Προκλήσεις και Προοπτικές, Ανακοίνωση, Συνέδριο Οι Αερομεταφορές του Σήμερα και του Αύριο, Αθήνα, 20 Απριλίου 2010.

Ballis, A. (2002) Simulation of Airport Terminal Facilities in the Greek Airports of Kavala and Alexandroupolis, *Operational Research An International Journal*, **2** (3) 391-406.

Ballis, A., A. Stathopoulos and E. Sfakianaki (2002) Sizing of processing and holding air terminal facilities for charter passengers using simulation tools, *International Journal of Transport Management*, **1**, 101-113.

Andreatta, G., L. Brunetta, A.R. Odoni, L. Righi, M.A. Stamatopoulos and K.G. Zografos (1999) A set of approximate and compatible models for airport strategic planning on airside and landside, *Air Traffic Control Quarterly*, **7** (4) 291-317.

Psaraki – Kalouptsidi, V. (2010) Passenger terminals in airports with highly seasonal demand, *Airport Management*, **4** (2) 137-148.

Mujica, M., M. Laubrock (2012) Recent Developments for the Use of Digital Simulation in Airport Performance Evaluation, Presentation, Airport Development 2012, Lisbon, 19-20 April 2012.

LEONARDO (2004) Local implementations of the model at Charles de Gaulle and Barajas airports, Brussels, 07 June 2004.

RED Scientific Ltd (2000) OPTAS - FRAMEWORK 4 TASK 4.3.2/45, Hampshire, 28 January 2000.

Beusekom, D. (2004) Analysing airport terminal performance using SLAM, National Aerospace Laboratory, Amsterdam.

Airport Research Center (2012) *CAST Terminal; Simulation of passenger flows and processes within airport terminals*, Aachen.

Manataki, I.E. and K.G. Zografos (2009) A generic system dynamics based tool for airport terminal performance analysis, *Transportation Research Part C*, **17**, 428-443.

Πυριαλάκου, Β. Δ. (2011) Εκτίμηση της λειτουργικής αποδοτικότητας αεροδρομίων με έντονη εποχικότητα: Η περίπτωση της Ελλάδας (1989 – 2009), Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Σπανάκης, Γ. (2012) Προσδιορισμός βέλτιστης κατανομής χρονοπαραθύρων αεροδρομίων με χρήση του αλγορίθμου αναζήτησης αρμονίας (harmony search), Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Παναγιωτακόπουλος, Χ.Δ. (2008) *Συστημική Μεθοδολογία και Τεχνική Οικονομική*, Ζυγός, Θεσσαλονίκη.

Beisel, R. und H. Kraft (2012) EU-Flüssigkeitsregelung; Auswirkungen auf Passagiere und Flughäfen, Berlin, 26 April 2012.

Schultz, M. (2010) Entwicklung eines individuenbasierten Modells zur Abbildung des Bewegungsverhaltens von Passagieren im Flughafenterminal, Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List", Technische Universität Dresden.