ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΕΥΕΛΠΙΔΩΝ

Τμήμα Στρατιωτικών Επιστημών

Ε Λ Λ Η Ν Ι Κ Η Δ Η Μ Ο Κ Ρ Α Τ Ι Α

ΔΙΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2017-18

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ & ΑΝΑΛΥΣΗ

(ΠΔ 97 /2015/ΦΕΚ 163Α'/20.08.2014)

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Προσομοίωση Διαδικασιών Βασικής Λειτουργίας Αεροδρομίου

Διατριβή που υπεβλήθη για την μερική ικανοποίηση των απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

Υπό:

Κέκκη Βασίλειο

Α.Μ.: 2016018050

ΙΟΥΝΙΟΣ 2019

Η Μεταπτυχιακή Διατριβή του Κέκκη Βασίλειου εγκρίνεται:

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Καθηγητής ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ (Επιβλέπων): *Α. Μπουρνέτας*

Καθηγητής ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ *Κ. Καραματσούκης*

Καθηγητής ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ *Ν. Ματσατσίνης*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω προπάντων τους γονείς μου Κέκκης Διονύσιο και Χαριτίνη Γεωργιάδου για την υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου, καθώς και για την ευκαιρία που μου προσέφεραν να εισαχθώ στον παρόν Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα το οποίο αποτελούσε κύριο κομμάτι ενδιαφέροντος μου καθώς επίσης και για όλη την υποστήριξη που μου έχουν προσφέρει ως γονείς.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές μου για την διάθεση τους να μου μεταδώσουν γνώσεις και εφόδια μέσα από τις εξαιρετικές διαλέξεις τους. Συγκεκριμένα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κύριο Ν. Δάρα για το ενδιαφέρον που έδειξε σε όλους τους πρωτοετείς φοιτητές της σειράς μου και την βοήθεια του στο κομμάτι της προσαρμογής στο Μεταπτυχιακό αυτό πρόγραμμα. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Α. Μπουρνέτα, γιατί ήταν η αφορμή, μέσω του μαθήματος του «Προσομοίωση Διαδικασιών» να εμπνευστώ και να διακρίνω ένα κομμάτι της επιχειρησιακής έρευνας στο οποίο θέλω να αφοσιωθώ. Φυσικά θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την υποστήριξη που μου κατέδειξε καθ' όλη την διάρκεια σύνθεσης της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη……σελ.6-7

Abstract……...σελ.8-9

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

§1 Ο Αερολιμένας – Ελευθέριος Βενιζέλος……σελ. 10

§2 Το Λογισμικό – Extend Simulation……..σελ.11

§3 Γενική Άποψη……..σελ.12

§4 Βιβλιογραφική Αναφορά……...…σελ.13

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Μαθηματικό και Θεωρητικό Υπόβαθρο

§1 Ο Ορισμός της Προσομοίωσης……σελ.14-17

§2 Η Διαδικασία……..…...…σελ.18

§3 Η Ουρά Αναμονής…….....σελ.19-20

§4 Σημεία Εξυπηρέτησης……..…σελ.21

§5 Είδη Συστημάτων Εξυπηρέτησης…….....σελ.22-27

§6 Θεωρία Δέντρων Αποφάσεων……....σελ.28-29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Η Δημιουργία του Μοντέλου Μελέτης

§1 Θεμελιώδης Πληροφορίες……...……....σελ.30-32

§2 Σύνθεση Μοντέλου στο Extend……...…σελ.33-41

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Εκτέλεση Βασικού Μοντέλου

§1 Εκτέλεση του Βασικού Μοντέλου – Αποτελέσματα – Συμπεράσματα…….....σελ.42-44

§2 Αποτελέσματα Ουρών Αναμονής……..σελ.44-46

§3 Αποτελέσματα Σημείων Εξυπηρέτησης……σελ.47-49

§4 Αποτελέσματα Δυαδικής Πύλης……...……σελ.49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Διεξαγωγή Προσομοίωσης Σεναρίων

§1ο Σενάριο Τμήματος Passenger Check……....…σελ.50-54

§2ο Σενάριο Τμήματος Baggage Control…….....σελ. 55-73

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Δημιουργία Πλάνου Δράσης – Δέντρο Αποφάσεων

§1 Επιλογή Κατάλληλων Σεναρίων……..σελ.74-75

§2 Δέντρο Αποφάσεων……...……..σελ.76

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Επίλογος…….……σελ.77

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ……...…..σελ.78

Περίληψη

Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής είναι η διαμόρφωση ενός πλαισίου για την εφαρμογή μεθόδων προσομοίωσης σε ένα ρεαλιστικό περιβάλλον λειτουργίας αεροδρομίου.

Η μεθοδολογία προσομοίωσης δυναμικών συστημάτων δίνει τη δυνατότητα αναπαράστασης και μελέτης πολύπλοκων συστημάτων και εξαγωγής συμπερασμάτων όσον αφορά την απόδοση και το βέλτιστο σχεδιασμό. Αποτελεί το κύριο εργαλείο για πειραματισμό και προβλέψεις σε περιπτώσεις συστημάτων των οποίων το μέγεθος και η πολυπλοκότητα δεν επιτρέπει την εφαρμογή και ανάλυση κλασικών μαθηματικών μοντέλων. Το πλαίσιο εφαρμογών προσομοίωσης σε επιχειρηματικά περιβάλλοντα είναι ευρύτατο και εκτείνεται από εργοστάσια με μεγάλο αριθμό προϊόντων και σταθμών παραγωγής, σε μεγάλα τηλεφωνικά κέντρα, τραπεζικά καταστήματα με πολλές κατηγορίες πελατών και υπηρεσιών, οδικά δίκτυα, δίκτυα μεταφορών, λιμάνια, σιδηροδρομικούς σταθμούς, αεροδρόμια κλπ.

Η συγκεκριμένη εργασία εστιάζεται στην εφαρμογή της προσομοίωσης σε περιβάλλον αεροδρομίου και η καινοτομία της έγκειται στην παρακολούθηση ενός επιβάτη από τη στιγμή άφιξής του στο αεροδρόμιο μέχρι τη στιγμή αναχώρησής του με μια πτήση, παίρνοντας υπόψη όλα τα στάδια από τα οποία διέρχεται κατά την παραμονή του στο χώρο. Σημαντικό ρόλο στην όλη διαδικασία παίζουν οι παράπλευρες υποστηρικτικές λειτουργίες που είναι απαραίτητες για την ομαλή και έγκαιρη ολοκλήρωση της εξυπηρέτησης του επιβάτη, όπως π.χ. η διαδικασία του check-in επιβατών και αποσκευών, η διαχείριση των αποσκευών, η διαχείριση των εξόδων (gates), κλπ. Η προσομοίωση θα υλοποιηθεί με το λογισμικό Extend Simulation και θα περιλαμβάνει τόσο γραφικά εργαλεία για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας όσο και τη συλλογή στατιστικών δεδομένων για τη μελέτη της απόδοσης και τη σύγκριση εναλλακτικών στρατηγικών λειτουργίας.

Στο μοντέλο προσομοίωσης που θα αναπτυχθεί ο αναλυτής θα εισάγει δεδομένα (εισροές) όπως:

- Συγκεκριμένες διαδικασίες που προσομοιώνονται και πώς αυτές ιεραρχούνται και συνδέονται μεταξύ τους.
- Τη διάρκεια κάθε στοιχειώδους διαδικασίας (μέσω κατάλληλης κατανομής πιθανότητας αν η διάρκεια είναι τυχαία).
- Τους απαιτούμενους πόρους (μηχανήματα, ανθρώπινο δυναμικό, χώρους) για τη λειτουργία κάθε διαδικασίας.
- Τη δυναμικότητα και ενδεχόμενους περιορισμούς διαθεσιμότητας των απαιτούμενων πόρων.
- Τους χρονικούς περιορισμούς που προκύπτουν από τις προθεσμίες ολοκλήρωσης της διαδικασίας για κάθε επιβάτη (π.χ. ώρα αναχώρησης πτήσης).

Στη συνέχεια το πρόγραμμα θα εκτελεί την προσομοίωση, με δύο δυνατότητες. Η πρώτη δυνατότητα είναι η παρακολούθηση μέσω φιλικής απεικόνισης. Ο αναλυτής παρακολουθεί μέσω της φιλικής απεικόνισης που προσφέρει το λογισμικό όλες τις κινήσεις που πραγματοποιούνται σε αυτό (π.χ. κινήσεις επιβατών μεταξύ ουρών αναμονής, κινήσεις υπαλλήλων μεταξύ διαφορετικών σταθμών εργασίας κλπ), ώστε να έχει πλήρη εποπτεία για το πώς λειτουργεί κάθε δραστηριότητα του μοντέλου. Η δεύτερη δυνατότητα παρακολούθησης αναφέρεται στη συλλογή στατιστικών στοιχείων σχετικά με τη λειτουργία του συστήματος. Αφού το μοντέλο εκτελεστεί με βάση τον δοσμένο χρόνο, προκύπτουν εκροές. Οι εκροές αυτές είναι στοιχεία όπως:

- Η διάρκεια παραμονής σε ουρά αναμονής.
- Μέσος χρόνος που διήρκησε η διαδικασία.
- Αριθμός εκροών που προέκυψαν από το μοντέλου με την χρήση των δοσμένων εισροών.

Οι πληροφορίες αυτές αποτελούν κλειδί για τον ενδιαφερόμενο γιατί βάση των αποτελεσμάτων μπορεί να τροποποιήσει τις εισροές και να επιφέρει σιγά σιγά το αποτέλεσμα που επιθυμεί. Βάσει του οποίου θα κατασκευάσει το σχέδιο δράσης για την πραγματικότητα.

Β``1ασικό θέμα μελέτης θα είναι όπως προανέφερα η Προσομοίωση της Βασικής Λειτουργίας του Αεροδρομίου, από την στιγμή που ο επιβάτης μιας πτήσης εισέρχεται στο αεροδρόμιο, μέχρι την επιβίβασή του στο αεροσκάφος. Σε όλη αυτή την διαδρομή υπάρχουν κάποιες διαδικασίες οι οποίες είναι απαραίτητες να υλοποιηθούν σωστά και στον κατάλληλο χρόνο ώστε να επιτευχθεί ο βασικός σκοπός που είναι η αναχώρηση της πτήσης στην ώρα που ήταν προγραμματισμένη. Κάθε επιμέρους διαδικασία θα εισαχθεί στο λογισμικό μαζί με τα απαραίτητα στοιχεία. Τα στοιχεία που θα χρησιμοποιήσω (διάρκειες διαδικασιών, αριθμός πόρων) τα έχω αποκτήσει από την εργασία μου που αφορά καθαρά αυτό το κομμάτι της εργασίας. Εργάζομαι στην GoldAir Handling ως Flight Coordinator – Ramp Agent οπότε γνωρίζω καλά πώς λειτουργούν οι διαδικασίες αυτές. Έχω συλλέξει στοιχεία μέσω συνεργατών (αναλυτών της Aegean Airlines) και μέσω μετρήσεων που έχω ο ίδιος πραγματοποιήσει κατά την διάρκεια εργασίας μου στον χώρο αυτό. Αυτό που θα προκύψει θα είναι ένα μοντέλο προσομοίωσης που θα απεικονίζει σε πολύ κοντινό βαθμό τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί στην πραγματικότητα το έργο. Το μοντέλο αυτό θα εκτελεστεί, θα καταγραφούν τα αποτελέσματα του, και θα μελετηθούν δυνατότητες βελτίωσης της λειτουργίας του αεροδρομίου.

Ένα από τα βασικά στοιχεία της προτεινόμενης εργασίας είναι η προοπτική να καταδειχθεί ότι η προσομοίωση είναι από τα πιο βασικά εργαλεία στην οργάνωση, διοίκηση και σχεδιασμό παραγωγικών μονάδων και διαδικασιών, καθώς δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να κάνει δοκιμές, που στην πραγματική ζωή θα ήταν ριψοκίνδυνες και επίφοβες. Με τις δοκιμές αυτές θα μπορέσει να προετοιμάσει το σχέδιο δράσης του για την πραγματικότητα.

Abstract

The purpose of the postgraduate dissertation is to formulate a framework for the implementation of simulation method using a case of the realistic operating environment of an airport.

The simulation methodology of dynamic systems enables the representation and study of complex systems and produce conclusions on performance of the system and optimal design. It is the main tool for experimentation and forecasting in cases of systems whose size and complexity does not allow the application and analysis of classical mathematical models. The framework of simulation applications in business environments is extensive and extends for example to factories with a large number of products and production sites, large telephone exchanges, bank branches with many categories of customers and services, road networks, transport networks, ports, railway stations, airports etc.

This particular project focuses on the application of airport basic process simulation and its innovation lies in the monitoring of a passenger from the moment of arrival to the airport until his departure by a flight, taking into account all the stages he / she passes during his / her stay at space. An important role in the whole process is played by the side support functions necessary for the smooth and timely completion of the passenger service, check-in for passengers and baggage, baggage handling, gates management, etc. The simulation will be implemented with the Extend Simulation software and will include both graphical tools for better understanding of operation and collection statistical data to study performance and compare alternative operational strategies.

In the simulation model to be developed, the analyst will input data (inputs) such as:

• Specific processes that are simulated and how they are hierarchized and linked to each other.

• The duration of each elemental process (through appropriate probability distribution if the duration is random).

• Required resources (machines, human resources, spaces) for the operation of each process.

• Capacity and possible limitations on the availability of the required resources.

• The time constraints resulting from the completion dates for each passenger (e.g. flight departure time).

Then the program will perform the simulation with two opportunities. The first is to monitor through friendly imaging. The analyst monitors through all the animations that take place on the software (e.g., passenger movements between queues, employee movements between different workstations, etc.) in order to have complete supervision of how each activity works. The second refers to the collection of statistics accordance to the system. Once the model is run based on the given time, outflows occur. These outflows are elements such as:

• The average time of waiting in a queue.

• Average time spent on the process.

• Number of outputs delivered from the software using the inputs given.

Above information is key to the person concerned because the results can modify the inputs and bring the desired result. On the basis of which it will build the action plan for reality.

The first point of study will be, as I have already mentioned, to simulate the basic operation of the airport once the passenger of a flight enters the airport until boarding to the aircraft. Throughout this route there are some procedures that are necessary to be implemented correctly and in certain time to achieve the basic purpose of the flight to depart at the scheduled time. Each individual process will be imported into the software together with the necessary data. The data that will be used (e.g. process durations, number of resources), have been obtained through my work that is purely about this piece of work. I'm working on GoldAir Handling as a Flight Coordinator - Ramp Agent an my part refers to this system the study is for. The goal of my work -and the goal of the case that is going to simulated- is to achieve the coordination of all these of process in order to achieve the on time departure of the flight. I have collected data through partners (Aegean Airlines analysts) and through measurements I have made during my work in this field. What will emerge will be a simulation model that will very closely illustrate the way the project actually works. This model will be executed, its results will be recorded, and possibilities for improving the operation of the airport will be studied.

One of the key elements of the proposed dissertation is the prospect of demonstrating that simulation is one of the most basic tools in organizing, managing and designing production units and processes as it gives the opportunity to the user to perform real-life tests that are risky and dreadful, using the software as a lab for experimentation. With these tests, he will be able to prepare his action plan for reality.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

§1. Ο Αερολιμένας – Ελ. Βενιζέλος

Η ιδέα της ενασχόλησής μου με το αντικείμενο της προσομοίωσης διαδικασιών και ως επακόλουθο της ιδέας για την έκθεση της παρούσας διπλωματικής, προήλθε από την εργασία μου στον χώρο του αεροδρομίου. Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε μερικά στοιχεία για τον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών.

Ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών "Ελ. Βενιζέλος" (συντομογραφία ΔΑΑ), ξεκίνησε τη λειτουργία του στις 28 Μαρτίου 2001 και αντικατέστησε το Διεθνές Αεροδρόμιο του Ελληνικού, που εξυπηρετούσε την Αθήνα για 60 χρόνια. Η ονομασία του είναι προς τιμήν του Έλληνα πολιτικού Ελευθέριου Βενιζέλου, ο οποίος ως Πρωθυπουργός της Ελλάδος ίδρυσε το Υπουργείο Αεροπορίας και κατέβαλε συστηματικές προσπάθειες για να οργανώσει την Πολιτική Αεροπορία. Στο αεροδρόμιο, έχουν τη βάση τους: η Aegean Airlines, η θυγατρική της Olympic Air, όπως επίσης και η Ryanair που το χρησιμοποιεί ως τοπική βάση (από τις 1 Απριλίου 2014), καθώς και άλλες αεροπορικές εταιρείες.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ήταν πλέον προφανές ότι το Ελληνικό δε θα μπορούσε να εξυπηρετήσει τις αυξημένες επιβατικές ανάγκες του μέλλοντος - εκτός αν επεκτεινόταν. Την περίοδο εκείνη βρέθηκε και μέρος των απαιτούμενων πόρων για την κατασκευή από το Β' και Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης, ενώ αποφασίστηκε η κατασκευή του μέσα από κοινοπραξία του δημοσίου, με ιδιωτικές εταιρείες που θα συνεισέφεραν στη χρηματοδότηση του. Στις 31 Ιουλίου 1995, μετά από διεθνή διαγωνισμό, επελέγη η γερμανική εταιρία Hochtief (Χόχτιφ) (39,97%) για την κατασκευή του και την μετέπειτα συνιδιοκτησία του με το ελληνικό Δημόσιο (55%). Στις 5 Σεπτεμβρίου του επόμενου χρόνου έγινε η τελετή θεμελίωσης από τον πρωθυπουργό Κωνσταντίνο Σημίτη.

Οι εργασίες κατασκευής του αεροδρομίου ολοκληρώθηκαν τον Σεπτέμβριο του 2000.Ύστερα από ένα πεντάμηνο δοκιμών το αεροδρόμιο εγκαινιάστηκε στις 27 Μαρτίου 2001 και πάλι από τον κ. Κων. Σημίτη. Η πρώτη πτήση άφιξη ήταν η πτήση 424 της Ολυμπιακής Αεροπορίας από το Μόντρεαλ στις 14:59 της 28ης. Μαρτίου και η πρώτη αναχώρηση η πτήση 1572 της KLM στις 06:00 της 29ης. Μαρτίου προς Άμστερνταμ.

Το ρεκόρ ημερήσιας διακίνησης επιβατών του αεροδρομίου ήταν στις 23 Μαΐου 2007, την ημέρα του τελικού του Τσάμπιονς Λιγκ στην Αθήνα, όταν και διακινήθηκαν σε ένα εικοσιτετράωρο 85,000 επιβάτες. Το 2013, το αεροδρόμιο κατατάχθηκε ως 35ο., σε επιβατική κίνηση στην Ευρώπη. Συνεχώς, χρόνο με τον χρόνο η επιβατική κίνηση ολοένα και αυξάνεται. Αυτό καθιστά αναγκαία την καλύτερη οργάνωση των πόρων και τον διαδικασιών που διακατέχουν την βασική λειτουργία του αεροδρομίου. Αυτός λοιπόν είναι και ο στόχος της παρούσας διπλωματικής διατριβής όπως αναφέρθηκε και στην περίληψη.

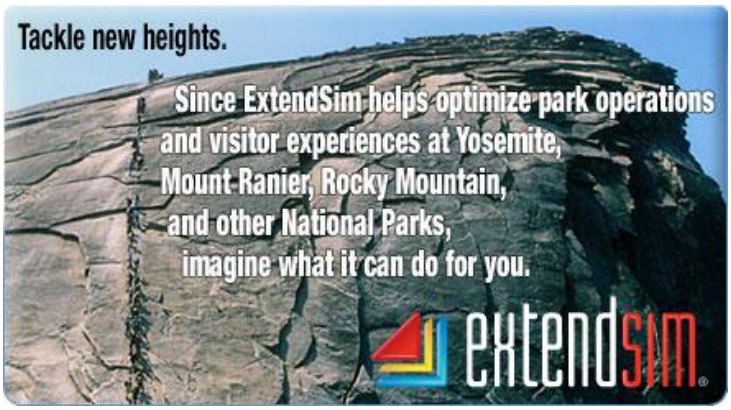
§2. Το Λογισμικό – Extend Simulation

Η προσομοίωση/ μοντελοποίηση αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο με το οποίο είναι δυνατή η μελέτη και επεξεργασία πολύπλοκων συστημάτων και διαδικασιών με την βοήθεια της real-time απεικόνισης που προσφέρει το λογισμικό. Επίσης, δίνει την δυνατότητα μέσω της παρακολούθησης της real-time εκτέλεσης της διαδικασίας να προκύψουν τυχόν ιδέες για βελτιώσεις, αλλαγές και γενικά βελτιώσεις πάνω στην διαδικασία αφού προάγει την δημιουργική σκέψη κτίζοντας ένα μοντέλο. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μείωση κόστους είτε τη βελτιστοποίηση το τρόπου εκτέλεσης μιας διαδικασίας ως προς τον χρόνο. Το λογισμικό ExtendSim αποτελεί ακριβώς ένα τέτοιο εργαλείο.

Το Extend είναι το πρόγραμμα προσομοίωσης της εταιρείας ImagineThat Inc (http://www.extendsim.com) που θα χρησιμοποιήσουμε για την ανάλυση του μοντέλου που ερευνούμε και θα μας βοηθήσει στην προσομοίωση και στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Χρησιμοποιείται για την μοντελοποίηση διαδικασιών και η εικονική εκτέλεση τους σε πραγματικό χρόνο. Κάποια βασικά ιστορικά στοιχεία του λογισμικού είναι τα εξής:

- 1987: Έκδοση της αρχικής έκδοσης που προοριζόταν για continuous modeling (συνεχούς διαδικασιών) στο λογισμικό Macintosh.
- 1990: Προσθήκη δυνατότητας μοντελοποίησης discrete event modeling (διακριτών διαδικασιών)
- 1995: Εκδόθηκε το λογισμικό για Windows
- 2008: Προσθήκη 3D δυνατοτήτων

Ενδιαφέρον να αναφερθούν είναι τα πεδία εφαρμογής του λογισμικού. Έχει εφαρμογή στην κατασκευή μοντέλων, υγειονομικής περίθαλψης, εφοδιαστικής αλυσίδας, επικοινωνιών, άμυνας, περιβάλλοντος, γεωργίας, βιολογίας, ενέργειας, αξιοπιστίας, εξυπηρέτησης, ροής πληροφοριών, ψυχαγωγικών συστημάτων, βελτιστοποίησης των πόρων μιας επιχείρησης, τη βελτίωση της διαδικασίας επειγόντων περιστατικών του νοσοκομείου, συστήματα επικοινωνίας και την κατασκευή εγκαταστάσεων.



§3. Γενική Άποψη

Σκοπός της παρούσας διατριβής, πέρα του βασικού στόχου της ανάδειξης της προσομοίωσης ως ένα χρήσιμο εργαλείο , είναι επίσης **η δημιουργία ενός οδηγού σύμφωνα με τον οποίο ο ενδιαφερόμενος θα είναι σε θέση να κατασκευάσει και να μελετήσει το δικό του μοντέλο στο λογισμικό.**

§4 Βιβλιογραφική Αναφορά

Η διατριβή αυτή συντέθηκε βάση της προσωπικής εμπειρίας μου στο σύστημα που αναλύεται στην συνέχεια, όπου είναι ο αεροπορικός χώρος και στηρίχθηκε πάνω σε μαθηματικά μοντέλα και πληροφορίες οι οποίες αντλήθηκαν από πηγές όπως:

Τα συγγράμματα:

- Γ. Πραστάκος. Αθήνα (2005), *"Διοικητική Επιστήμη στην Πράξη". Εκδόσεις Σταμούλης Α.Ε.*, από το οποίο αναλύθηκε ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί η προσομοίωση διαδικασιών και
- Stephen P. Robbins, David A. DeCenzo, Mary Coulter. Σύγγραμμα (2012) , *"Διοίκηση Επιχειρήσεων & Αρχές και Εφαρμογές". Εκδόσεις Κρτική*
- Richard Bronson, Govindasami Naadimuthu. (2010*), "Επιχειρησιακή Έρευνα". Εκδόσεις Κλειδάριθμος.*

Από τα οποία προέκυψε όλο το θεωρητικό και μαθηματικό υπόβαθρο στο οποίο βασίζεται και λειτουργεί η προσομοίωση διαδικασιών.

- Analysis and simulation of passenger flows in an airport terminal, M.R. Gatersleben 1999, από το οποίο δόθηκε η ιδέα για το πως λειτουργεί η προσομοίωση στον αεροπορικό χώρο.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

§1. Ορισμός της Προσομοίωσης

Η προσομοίωση είναι μία μέθοδος επιχειρησιακής έρευνας που χρησιμοποιείται αρκετά συχνά για την επίλυση προβλημάτων και πολλές φορές αντικαθιστά την χρήση αναλυτικών μαθηματικών μοντέλων.

Προσομοίωση λοιπόν είναι μια τεχνική η οποία μετράει και περιγράφει διάφορα χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς ενός φυσικού συστήματος, όταν μία ή περισσότερες τιμές για τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι στοχαστικές δηλαδή δεν είναι σταθερές. Είναι γνωστό ότι όταν μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές ενός προτύπου είναι τυχαία μεταβλητή, τότε και η εξαρτημένη μεταβλητή (Y) επίσης αποτελεί τυχαία μεταβλητή. Ο σκοπός της προσομοίωσης είναι να περιγράψει το ρόλο και τα χαρακτηριστικά των πιθανών τιμών που μπορεί να πάρει η εξαρτημένη (Y), δίνοντας πιθανές τιμές στις ανεξάρτητες $X_1, X_2. \ldots, X_k$.

Με την προσομοίωση μπορούμε επανειλημμένα και τυχαία να δοκιμάζουμε τιμές για κάθε μη σταθερή μεταβλητή που εισάγουμε ($X_1, X_2. \ldots, X_k$) στο πρότυπό μας και να υπολογίζουμε την τιμή που προκύπτει από την γραμμική ανάλυση για την εξαρτημένη μεταβλητή (Y). Έπειτα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις ενδεικτικές αυτές τιμές του Y για να εκτιμήσουμε τον πραγματικό ρόλο και άλλα χαρακτηριστικά της ανάλυσης του Y.

Η Διοικητική Επιστήμη μέσα από την προσομοίωση δημιουργεί το σχέδιο δράσης της και ρυθμίζει την λειτουργία των διαδικασιών που απαρτίζουν το σύστημα που μελετάται από την προσομοίωση. Μερικά παραδείγματα εφαρμογής:

- Προγραμματισμός λειτουργίας ταμείων σε τράπεζες, διόδια, supermarket και γενικότερα σταθμούς εξυπηρέτησης.
- Προγραμματισμός λειτουργίας γραμμών παραγωγής σε εργοστάσια.
- Σχεδιασμός διαδικασιών για την αποτελεσματικότερη λειτουργία Νοσοκομείου.
- Σχεδιασμός διαδικασιών εξυπηρέτησης πλοίων σε λιμάνι ή **αεροπλάνων σε αεροδρόμιο** με στόχο την βελτίωση του συντονισμού και της ασφάλειας

Γενικά ένα μοντέλο προσομοίωσης αποτελεί μια πειραματική/εικονική διάταξη για:

- Τον σχεδιασμό διαδικασιών
- Τον σχεδιασμό της πολιτικής αυτών των διαδικασιών
- Την αξιολόγηση και την βελτίωση αυτών.

Εφαρμογές Προσομοίωσης στην Πραγματικότητα

Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες πάνω στο κομμάτι της μοντελοποίησης και ανάλυσης της λειτουργία ενός αεροδρομίου με την βοήθεια της προσομοίωσης, γι 'αυτό πριν εμβαθύνουμε περαιτέρω στην μελέτη, αξίζει να αναφέρουμε μία πού σημαντική μελέτη η οποία βοήθησε ιδεολογικά στην εκπόνηση της παρούσας διατριβής.

Simulation Of Passenger Check In At a Medium Sized US Airport, *by Simone Appelt et al, (2007)*

Η ιδέα της μελέτης αυτής δεν είναι άλλη παρά η μείωση των καθυστερήσεων στα σημεία check in. Υποστηρίζει πως αν μοντελοποιηθεί το σύστημα και αναλυθεί θα δίνεται η δυνατότητα να προβλεφθούν οι εν λόγω καθυστερήσεις, με την χρήση σεναρίων. Στην συνέχεια περιγράφει παράγοντες που δημιουργούν αυτές τις καθυστερήσεις, όπως ο έλεγχος διαβατηρίων, ο έλεγχος αποσκευών και άλλες διαδικασίες που μπορούν να επιβάλει το εκάστοτε αεροδρόμιο.

Έτσι λοιπόν, θέτονται οι εξής στόχοι που αποσκοπούν στην μελέτη του παρόντος συστήματος:

1. Η συλλογή πληροφοριών (χρόνων, μορφή συστημάτων, αριθμός πόρων) στις ώρες αιχμής, από κάθε σημείο του συστήματος (κιόσκια check in, security control κλπ.).
2. Εισαγωγή των πληροφοριών αυτών σε πλατφόρμα προσομοίωσης (Arena Simulation) και μοντελοποίηση του συστήματος.
3. Ανάλυση διαφόρων σεναρίων, με στόχο την ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων στο σύστημα.

Από την συλλογή των πληροφοριών προέκυψαν τα πρώτα σενάρια τα οποία εξηγούσαν τις εν λόγω καθυστερήσεις. Συγκεκριμένα, το Express Kiosk (το οποίο αφορούσε επιβάτες οι οποίοι δεν είχαν αποσκευή για παράδοση έδειχνε να μην ήταν τόσο απαραίτητο γιατί δέσμευε «θέση» για ένα απλό κιόσκι. Έτσι στην μελέτη το πρώτο σενάριο αποτελούσε την αντικατάσταση του Express Kiosk με ένα κανονικό. Ένα δεύτερο σενάριο προέκυψε από το γεγονός ότι όσοι επιβάτες έκαναν online check in, ξαναπερνούσαν (λόγω απειρίας) από την ουρά των επιβατών που έκαναν κανονικό check in. Το δεύτερο σενάριο επομένως τέθηκε στην μείωση κατά 10% των online check in. Τέλος το τρίτο σενάριο αποσκοπούσε στην κατάργηση των Counter ως μέθοδο τσεκαρίσματος επιβατών, παρά μόνο εάν υπήρχε ειδική περίπτωση όπως ογκώδη εμπορεύματα, κατοικίδια.

Τα σενάρια αυτά, καθώς και οι συνδυασμοί τους, μοντελοποιήθηκαν και καταγράφηκαν στον παρακάτω πίνακα:

Table 4: Scenario Analysis and Results

Letter	Scenario	Programming Effort	Performance Measures	Simulation Execution	Decision Analysis	Confidence Intervals
0	Baseline	Original	Total Average Wait Time Average Time in Queue Total Average Time in System	Run baseline	Total Average Wait Time: 24.3 seconds Average Time in Queue: -Kiosk: 5.49 seconds -Counter: 27.74 seconds -Express Kiosk: 8.70 seconds Total Average Time in System: 158.85 seconds	Total Average Wait Time: Average Time in Queue: -Kiosk: -Counter: -Express Kiosk: Total Average Time in System:
A	Eliminate Express Kiosk, replace as regular kiosk	System Change, Data Change	Total Average Wait Time Average Time in Queue Total Average Time in System	Add 11.03% express kiosk check-in to kiosk check-ins party size 1 Change kiosk capacity to 6	Total Average Wait Time: 47.47 seconds Average Time in Queue: -Kiosk: 15.283 seconds -Counter: 49.30 seconds -Express Kiosk: N/A (removed) Total Average Time in System: 191.02 seconds	Total Average Wait Time: Average Time in Queue: -Kiosk: -Counter: -Express Kiosk: Total Average Time in System:
B	Discard Seating Zone assignment, decrease % of online check-ins	Data Change	Total Average Wait Time Average Time in Queue Total Average Time in System	Decrease the % online check-ins by 10% and add to kiosk check-ins	Total Average Wait Time: 27.45 seconds Average Time in Queue: -Kiosk: 6.51 seconds -Counter: 30.76 seconds -Express Kiosk: 9.98 seconds Total Average Time in System: 159.65 seconds	Total Average Wait Time: Average Time in Queue: -Kiosk: -Counter: -Express Kiosk: Total Average Time in System:
C	Remove Counter as a check-in Option (Counter only used to weigh bags, print bag tags, and special needs)	System Change, Data Change	Total Average Wait Time Average Time in Queue Total Average Time in System	Remove the counter as a check-in option and add the counter % to the kiosk check-ins.	Total Average Wait Time: 7.53 seconds Average Time in Queue: -Kiosk: 0.28 seconds -Counter: 8.76 seconds -Express Kiosk: 3.72 seconds Total Average Time in System: 129.96 seconds	Total Average Wait Time: Average Time in Queue: -Kiosk: -Counter: -Express Kiosk: Total Average Time in System:

Table 5: Scenario Analysis and Results of Combinations

AB	Eliminate Express Kiosk and discard Seating Zone assignment	System Change, Data Change	Total Average Wait Time Average Time in Queue Total Average Time in System	Eliminate the express kiosk and add % to kiosk party size 1. Decrease % online check-ins by 10% and add to kiosk check-ins.	Total Average Wait Time: 41.08 seconds Average Time in Queue: -Kiosk: 11.91 seconds -Counter: 43.69 seconds -Express Kiosk: N/A (removed) Total Average Time in System: 180.28 seconds	Total Average Wait Time: Average Time in Queue: -Kiosk: -Counter: -Express Kiosk: Total Average Time in System:

AC	Eliminate Express Kiosk and remove Counter as check-in option	System Change, Data Change	Total Average Wait Time Average Time in Queue Total Average Time in System	Eliminate the express kiosk and add % to kiosk party size 1. Change kiosk capacity. Remove counter as check-in option and add % to kiosk check-ins.	Total Average Wait Time: 10.82 seconds Average Time in Queue: -Kiosk: 0.00 seconds -Counter: 11.89 seconds -Express Kiosk: N/A (removed) Total Average Time in System: 137.31 seconds	Total Average Wait Time: Average Time in Queue: -Kiosk: -Counter: -Express Kiosk: Total Average Time in System:
BC	Discard Seating Zone assignment and remove Counter as check-in option	System Change, Data Change	Total Average Wait Time Average Time in Queue Total Average Time in System	Decrease the % online check-ins by 10% and add to kiosk check-ins. Remove counter as check-in option and add % to kiosk check-ins.	Total Average Wait Time: 7.0159 seconds Average Time in Queue: -Kiosk: 0.33 seconds -Counter: 8.376 seconds -Express Kiosk: 3.956 seconds Total Average Time in System: 122.8 seconds	Total Average Wait Time: Average Time in Queue: -Kiosk: -Counter: -Express Kiosk: Total Average Time in System:

§2. Η Διαδικασία

Για να μιλήσουμε για προσομοίωση, θα πρέπει να εμβαθύνουμε στα συστατικά στοιχεία ενός μοντέλου ξεκινώντας από την έννοια της διαδικασίας. Το ερώτημα, «Τι είναι διαδικασία»; Είναι μία δομημένη και μετρήσιμη ομάδα από αλληλοσυνδεμένες δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα με μια συγκεκριμένη σειρά στο χώρο και το χρόνο με στόχο την επίτευξη κάποιου συγκεκριμένου στόχου. Για παράδειγμα, η διαδικασία του check in αποτελείται από επιμέρους δραστηριότητες όπως είναι η παράδοση αποσκευής, η ταυτοποίηση του επιβάτη, οι οποίες λαμβάνουν σειρά σε συγκεκριμένο χρόνο και έχουν ως στόχο την επίτευξη της διαδικασίας του check in.

Γενικότερα, μια διαδικασία αποτελείται από:

- **Δραστηριότητες:** Αφορά το «τι γίνεται» μέσα στην διαδικασία όπως πχ έλεγχος εισιτηρίων.
- **Πόρους:** Αφορά το «ποιος κάνει τι».
- **Ελέγχους:** Αφορά το «πως, με ποια σειρά» γίνεται.

Οι δραστηριότητες έχουν χαρακτηριστικά όπως (πχ ο έλεγχος αποσκευών) ο χρόνος εκτέλεσης, πιθανότητα σωστής εκτέλεσης κλπ.

Επίσης, οι πόροι έχουν χαρακτηριστικά, όπως είναι οι πόροι μετατροπής (πχ το μηχάνημα ελέγχου αποσκευών X-Ray) που μπορεί να έχουν δυναμικότητα, χωρητικότητα, ταχύτητα κλπ. Ή οι μετατρεπόμενοι (πχ τα προϊόντα) πόροι έχουν χαρακτηριστικά όπως το χρώμα, αριθμός παραγγελίας, μέγεθος κλπ.

Γενικά, σε μια διαδικασία ρέουν/κινούνται δύο πράγματα:

- **Μετατρεπόμενοι πόροι** (προϊόντα, πελάτες, έγγραφα, κλπ).
- **Πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των πόρων και των δραστηριοτήτων**, καθώς και για τους στόχους και την επίδοση της διαδικασίας.

Στο περιβάλλον του λογισμικού ExtendSim αντιστοιχίζοντας με τα παραπάνω συστατικά στοιχεία μιας διαδικασίας έχουμε:

- **Activities** (δραστηριότητες)
- **Resources** (πόροι μετατροπής)
- **Items** (μετατρεπόμενοι πόροι)
- **Information processing blocks**

§3. Η Ουρά Αναμονής

Ένα ακόμη συστατικό στοιχείο ενός μοντέλου είναι οι ουρές αναμονής. Οι ουρές αναμονής (queues) είναι ένα φαινόμενο, που όλοι συναντούμε στη καθημερινή μας ζωή. Μερικές φορές φαίνεται να περνάμε την περισσότερη ζωή μας περιμένοντας σε ουρές. Συχνά περιμένουμε σ' ένα ταμείο supermarket, για να πληρώσουμε το αντίτιμο για τις αγορές μας, σε μία τράπεζα για να πραγματοποιήσουμε μία συναλλαγή, σ' ένα ταχυδρομείο για να στείλουμε τα γράμματα, στη στάση λεωφορείων ή ταξί για να επιβιβαστούμε στο μέσο μεταφοράς κλπ.

Από την στιγμή που ο επιβάτης εισέρχεται στον χώρο του αεροδρομίου και τελικά στον «χώρο της διαδικασίας» θα συναντήσει μια ουρά αναμονής. Ειδικά σε ώρες peak όπως ονομάζονται από τους εργαζόμενους του αερολιμένα, όπου υπάρχουν πολλές πολυπληθείς πτήσεις την ίδια στιγμή καταλαβαίνουμε ότι δημιουργείτε μια δυσαρέσκεια στο όσο αφορά τις ουρές αναμονής.

Το ερώτημα θα μπορούσε να είναι το «γιατί δημιουργούνται ουρές αναμονής;». Οτιδήποτε (άνθρωπος, αυτοκίνητο, μηχάνημα) επιζητεί εξυπηρέτηση για κάποιο σκοπό ονομάζεται **πελάτης (customer)**. Στην δικιά μας περίπτωση του αεροδρομίου είναι ο ταξιδιώτης. Τα σημεία εξυπηρέτησης ονομάζονται **θέσεις εξυπηρέτησης (servers)**. Το πλήθος των πελατών που φθάνει για εξυπηρέτηση ανά μονάδα του χρόνου δεν είναι σταθερό στις περισσότερες περιπτώσεις, όπως και ο αριθμός των εξυπηρετούμενων πελατών δεν είναι συνήθως σταθερός. Οι ουρές αναμονής δημιουργούνται όταν η δυναμικότητα ενός συστήματος εξυπηρέτησης όπως αυτή προσδιορίζεται από το πλήθος των θέσεων εξυπηρέτησης και το ρυθμό εξυπηρέτησης της καθεμιάς από αυτές, δεν επαρκεί για να ικανοποιήσει τη ζήτηση.

Ο κύριος λόγος δημιουργίας ουρών αναμονής είναι το γεγονός ότι σε όλα τα συστήματα υπάρχει ένας βαθμός αβεβαιότητας ως προς την έκβαση διάφορων γεγονότων που συμβαίνουν σ' αυτά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο ΑΓΝΩΣΤΟΣ- ΤΥΧΑΙΟΣ ρυθμός άφιξης των επιβατών στο σύστημα που εκφράζεται από την **κατανομή Poisson** η οποία εκφράζει την πιθανότητα ενός δεδομένου αριθμού γεγονότων που συμβαίνουν σε ένα σταθερό διάστημα χρόνου ή/και χώρου, αν αυτά τα γεγονότα συμβαίνουν με ένα γνωστό μέσο ρυθμό και είναι ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα.

$$P_\lambda(X = k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$$

Συνάρτηση Πιθανότητας	Παράμετροι	Μέση τιμή	Διακύμανση
$\frac{\lambda^{\kappa}}{\kappa!}e^{-\lambda}$	$\lambda \in \mathbf{R}$	Λ	λ

Έστω ότι ο μέσος όρος αφίξεων ανά μονάδα χρόνου είναι σταθερός και συμβολίζεται με λ. Τότε η πιθανότητα για Χ αφίξεις σε μία μονάδα χρόνο δίνεται από την παραπάνω σχέση.

Επιπλέον, άλλη μορφή αβεβαιότητας θα μπορούσε να είναι ο ΑΓΝΩΣΤΟΣ χρόνος παραμονής του επιβάτη στο σύστημα ή στην εκάστοτε διαδικασία. Που αυτό μπορεί να οδηγήσει είτε σε υπερφόρτωση του συστήματος αν ο χρόνος αυτό είναι μεγάλος, είτε σε αδράνεια του συστήματος αν συμβαίνει το αντίθετο.

Αυτές και πολλές άλλες μορφές αβεβαιότητας είναι υπεύθυνες για την δημιουργία ουρών αναμονής ακόμη και όταν η δυναμικότητα του συστήματος θεωρείται επαρκής για την ικανοποίηση της ζήτησης.

§4. Σημεία Εξυπηρέτησης

Ως σημείο εξυπηρέτησης, όπως φαίνεται και από την ίδια την λέξη, εννοείται το σημείο στο οποίο εκτελείται η ουσία της διαδικασίας (π.χ. check in). Τα σημεία εξυπηρέτησης διέπονται από χαρακτηριστικά. Αποτελούν μάλιστα τα συστατικά τους σημεία και είναι τα εξής:

- **Πηγή πελατών:** (Στο λογισμικό ExtendSim τον ρόλο αυτό τον έχει το μπλοκ Generator όπως θα δούμε και παρακάτω). Το πρώτο βασικό στοιχείο του συστήματος εξυπηρέτησης είναι η πηγή των πελατών. Η πηγή των πελατών χαρακτηρίζεται από το πλήθος των πελατών το οποίο μπορεί να είναι άπειρο ή πεπερασμένο και που στα συστήματα που μας απασχολούν καταφθάνουν όπως αναφέραμε τυχαία.

- **Τυχαία προσέλευση επιβατών:** Εδώ υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με την άφιξη του πελάτη, δηλαδή αν θα φτάσει ποτέ, μόνος ή με άλλους μαζί και πότε. Ακόμη, μπορεί οι αφίξεις να είναι εξαρτημένες μεταξύ τους, να έχουμε αφίξεις κατά ομάδες όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο παράδειγμα σε ώρες peak όπου καταφθάνουν επιβάτες από διαφορετικές πτήσεις μαζί. Όλοι αυτοί οι τρόποι αφίξεων κατατάσσονται στην τυχαία διαδικασία όπως είδαμε παραπάνω στην κατανομή Poisson.

- **Είδος ουράς:** Εννοώντας τις γνωστές περιπτώσεις ουρών αναμονής όπως για παράδειγμα η Lifo από το Last In First Out, δηλαδή ο τελευταίος που εισέρχεται στο σύστημα θα εξυπηρετηθεί πρώτος, ή η πιο συνηθισμένη περίπτωση ουράς αναμονής η Fifo από το First In First Out, όπου ο πρώτος που εισέρχεται στο σύστημα εξυπηρετείται και πρώτος. Ακόμα ένα γνωστό είδος ουράς είναι αυτό της προτεραιότητας που πραγματοποιείται με την χρήση ειδικής αρίθμησης πελατών.

- **Δυναμικότητα του συστήματος της ουράς:** Εννοώντας τον μέγιστο αριθμό επιβατών που «χωράνε» στην ουρά αναμονής.

- **Πλήθος σημείων εξυπηρέτησης:** Δηλαδή στην περίπτωση του αεροδρομίου θα μπορούσε να ήταν το πλήθος των σημείων ελέγχου διαβατηρίων.

- **Φάσεις εξυπηρέτησης**: Ένα σύστημα ουράς μπορεί να έχει περισσότερες από μια φάσεις εξυπηρέτησης. πχ στο αεροδρόμιο το σύστημα ουράς έχει σαν πρώτη φάση τον έλεγχο διαβατηρίων, σαν δεύτερη τον έλεγχο αποσκευών και σαν Τρίτη φάση τη σωματική έρευνα.

- **Διαδικασία εξυπηρέτησης:** Βασικό στοιχείο που χαρακτηρίζει την διαδικασία εξυπηρέτησης είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να εξυπηρετηθεί ο πελάτης, τον οποίο και ονομάζουμε χρόνο εξυπηρέτησης. Οι τυχαίες μεταβλητές που εκφράζουν το χρόνο εξυπηρέτησης των πελατών είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους και ακολουθούν την ίδια κατανομή. Στην περίπτωση του αεροδρομίου ο μέσος χρόνος εξυπηρέτησης σε κάθε διαδικασίας είναι γνωστός.

§5. Είδη Συστημάτων Εξυπηρέτησης

Αφού αναλύσαμε την έννοια της ουράς αναμονής και του σημείου εξυπηρέτησης, στην συνέχεια θα δούμε διάφορα είδη συνδυασμούς των παραπάνω συστατικών στοιχείων με τα οποία ο αναλυτής μπορεί να προσαρμόσει το μοντέλο του.

Περίπτωση μίας θέσης εξυπηρέτησης (M/M/1):

Αποτελεί την απλούστερη μορφή έχει τον συμβολισμό M/M/1. Γενικά για να κατηγοριοποιήσουμε ένα σύστημα στην μορφή αυτή θα πρέπει να ικανοποιούνται κάποιοι «κανόνες»:

- ✓ Η ουρά θα πρέπει να λειτουργεί με βάση το σύστημα First In First Out FIFO.
- ✓ Οι αφίξεις να ακολουθούν κατανομή Poisson.
- ✓ Ο χρόνος εξυπηρέτησης να ακολουθεί εκθετική κατανομή.
- ✓ Να υπάρχει ένα μόνο σημείο εξυπηρέτησης(το 1 στον συμβολισμό M/M/1)
- ✓ Ο ρυθμός εξυπηρέτησης να είναι μεγαλύτερος από τον ρυθμό αφίξεων των πελατών ώστε το σύστημα να μπορεί να ισορροπήσει.
- ✓ Η ουρά να έχει απεριόριστη χωρητικότητα.
- ✓ Να μην υπάρχει πεπερασμένος αριθμός πελατών.

Όταν λοιπόν το σύστημα ικανοποιεί τις παραπάνω προϋποθέσεις τότε μιλάμε για σύστημα με μία θέση εξυπηρέτησης M/M/1 και μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια σειρά από μαθηματικές σχέσεις ώστε να υπολογίσουμε το μέγεθος που μας ενδιαφέρει, όπως τον χρόνο αναμονής στην ουρά.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω οι αφίξεις γίνονται τυχαία σύμφωνα με την κατανομή Poisson με ρυθμό λ (ο μέσος όρος αφίξεων στο σύστημα ανά μονάδα χρόνου). Από την άλλη πλευρά αναφέραμε ότι ο ρυθμός εξυπηρέτησης είναι μια μεταβλητή ανεξάρτητη και τυχαία με εκθετική κατανομή. Δηλαδή είναι μία διαδικασία Poisson με παράμετρο μ (μέσος όρος πελατών που εξυπηρετούνται ανά μονάδα χρόνου).

Για να μπορεί το σύστημα να βρεθεί σε ισορροπία θα πρέπει να ισχύει η παρακάτω συνθήκη:

$$\tau = \frac{\lambda}{\mu} < 1$$

Δηλαδή ότι ο ρυθμός άφιξης των πελατών να είναι **μικρότερος** από τον ρυθμό εξυπηρέτησης. Όπου τ ο βαθμός απασχόλησης του συστήματος. Στην περίπτωση που η παραπάνω συνθήκη ικανοποιείται, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το ακόλουθο τυπολόγιο για να μελετήσουμε το σύστημα M/M/1 που μας απασχολεί:

- Το μέσο πλήθος πελατών στο σύστημα συμβολίζεται με L και δίνεται από τη σχέση:

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

- Το μέσο πλήθος πελατών που εξυπηρετούνται στη μονάδα του χρόνου συμβολίζεται με L_S και δίνεται από τον τύπο:

$$Ls = \frac{\lambda}{\mu}$$

- Το μέσο πλήθος πελατών που περιμένει στην ουρά αναμονής συμβολίζεται με L_q και είναι:

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

- Ο μέσος χρόνος αναμονής συνολικά στο σύστημα, συμβολίζεται με W:

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

- μέσος χρόνος αναμονής ενός πελάτη στην ουρά, συμβολίζεται με W_q και είναι:

$$Wq = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

ή από τον τύπο του Little:

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

- η πιθανότητα να βρίσκονται n πελάτες στο σύστημα:

$$\mathrm{Pn} = \tau^n * Po = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n * Po$$

Όπου Po= 1- τ= 1- $\frac{\lambda}{\mu}$

Περίπτωση περισσότερων από μία θέση εξυπηρέτησης. (M/M/s)

Στην περίπτωση ενός τέτοιου συστήματος, υπάρχει μια κοινή ουρά αναμονής και οι πελάτες προβαίνουν στα σημεία εξυπηρέτησης με βάση τον κανόνα FIFO όταν υπάρχει κενή θέση σε κάποιο από τα σημεία εξυπηρέτησης.

Όπως και στην περίπτωση με 1 θέση εξυπηρέτησης M/M/1, για να κατηγοριοποιήσουμε ένα σύστημα ως M/M/s πρέπει να ικανοποιούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- ✓ Η ουρά θα πρέπει να λειτουργεί με βάση το σύστημα First In First Out FIFO.
- ✓ Οι αφίξεις να ακολουθούν κατανομή Poisson.
- ✓ Ο χρόνος εξυπηρέτησης σε κάθε θέση να ακολουθεί εκθετική κατανομή.
- ✓ Ο ρυθμός εξυπηρέτησης να είναι μεγαλύτερος από τον ρυθμό αφίξεις των πελατών ώστε το σύστημα να μπορεί να ισορροπήσει.
- ✓ Η ουρά να έχει απεριόριστη χωρητικότητα.
- ✓ Να μην υπάρχει πεπερασμένος αριθμός πελατών.

Όπως και στην περίπτωση M/M/1 έτσι και στην M/M/s χαρακτηριστικά μεγέθη είναι τα εξής:

- λ = μέσος όρος αφίξεων πελατών ανά μονάδα χρόνου.
- μ = μέσος όρος πελατών που είναι δυνατόν να εξυπηρετηθούν σε κάθε μονάδα χρόνου εξυπηρέτησης ανά μονάδα χρόνου.
- s = αριθμός μονάδων εξυπηρέτησης.

Συνθήκη ισορροπίας στην μορφή αυτή είναι:

$$\tau = \frac{\lambda}{s * \mu} < 1$$

Όπου τ ο βαθμός απασχόλησης του συστήματος.

Στην περίπτωση που η παραπάνω συνθήκη ικανοποιείται, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το ακόλουθο τυπολόγιο για να μελετήσουμε το σύστημα M/M/s που μας απασχολεί:

- Το μέσο πλήθος πελατών στο σύστημα συμβολίζεται με L και δίνεται από τη σχέση:

$$L = Lq + \frac{\lambda}{\mu}$$

- Το μέσο πλήθος πελατών που περιμένει στην ουρά αναμονής συμβολίζεται με L_q και είναι:

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^s * \lambda\mu}{(s-1)! * (s\mu - \lambda)^2} * Po$$

- Ο μέσος χρόνος αναμονής συνολικά στο σύστημα, συμβολίζεται με W:

$$W = \frac{L}{\mu}$$

ή

$$W = Wq + \frac{1}{\mu}$$

- μέσος χρόνος αναμονής ενός πελάτη στην ουρά, συμβολίζεται με W_q και είναι από τον τύπο του Little:

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

- η πιθανότητα να βρίσκονται n πελάτες στο σύστημα:

$$\mathrm{Pn} = \begin{cases} \frac{1}{n!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n * Po \\ \frac{1}{s! * s^{n-s}}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n * Po \end{cases}$$

Όπου $Po = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1}\left[\frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!}\right] + \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^s}{s!} * \left(\frac{s\mu}{s\mu-\lambda}\right)}$

Περίπτωση πεπερασμένης χωρητικότητας ουράς (M/M/1/K)

Στις δύο παραπάνω περιπτώσεις που είδαμε υποθέσαμε ότι στην ουρά δεν περιορίζεται από τη χωρητικότητα του συστήματος και ότι η πηγή των πελατών περιέχει άπειρους πελάτες.

Για το σύστημα με πεπερασμένη χωρητικότητα στην ουρά αναμονής ισχύουν ανάλογες παραδοχές με αυτές που κάναμε για το σύστημα M /M /1. Η μόνη διαφορά είναι το περιορισμένο πλήθος των θέσεων αναμονής, δηλαδή το πεπερασμένο μήκος της ουράς. Αυτό σημαίνει ότι οι πελάτες που φθάνουν στο σύστημα εξυπηρέτησης, όταν η ουρά είναι «γεμάτη», δεν εισέρχονται σ' αυτό διότι δεν υπάρχει χώρος για να περιμένουν. Επειδή η χωρητικότητα του συστήματος είναι περιορισμένη, θα υπάρχουν χρονικές στιγμές που εκ των πραγμάτων δεν θα μπορούν να εισέλθουν άλλοι πελάτες στο σύστημα μέχρι να αδειάσει κάποια θέση. Τις περιόδους που το σύστημα είναι πλήρες, ο πραγματικός ρυθμός αφίξεων εκμηδενίζεται, αφού δεν μπορούν να εισέλθουν νέοι πελάτες και κατά συνέπεια δεν υπάρχει περίπτωση το μήκος της ουράς να τείνει στο άπειρο.

Επομένως, λόγω του περιορισμένου μήκους της ουράς δεν είναι απαραίτητο να ισχύει η θεμελιώδης σχέση λ<μ, ώστε το σύστημα να φθάνει σε κατάσταση ισορροπίας αφού θεωρητικά πάντα θα ισορροπεί.

Συμβολίζοντας με κ το πλήθος των πελατών των πελατών στο σύστημα, τότε το k είναι η χωρητικότητα της ουράς μαζί με τη θέση εξυπηρέτησης, δηλαδή για s=1 οι διαθέσιμες θέσεις αναμονής είναι k-1. Το σύστημα αυτό σύμφωνα με τον συμβολισμό του Kendall, παριστάνεται με M/M/1/K.

Ας δούμε τώρα τις βασικές σχέσεις που μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει ώστε να μελετήσει ένα τέτοιου είδους σύστημα:

- Ο βαθμός απασχόλησης της θέσης εξυπηρέτησης είναι:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

- Το αναμενόμενο πλήθος πελατών στο σύστημα δίνεται από τη σχέση:

$$L = \frac{\rho}{1-\rho} - \frac{(\kappa+1)\rho^{\kappa+1}}{1-\rho^{\kappa+1}}$$

Και το αναμενόμενο πλήθος πελατών στην ουρά από τη σχέση:

$$Lq = L - (1- Po)$$

- Ο αναμενόμενος χρόνος παραμονής του πελάτη στο σύστημα και ο μέσος χρόνος παραμονής του στην ουρά είναι:

$$W = \frac{L}{\lambda(1 - Pk)}$$

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda(1 - Pk)}$$

- Η πιθανότητα να έχουμε n πελάτες στο σύστημα:

$$Pn = Po * \rho^{n} \text{ όταν } n<\kappa$$

Όπου Po είναι:

$$Po = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{\kappa+1}}$$

Τέλος, ανάλογα με το αν ο ρυθμός άφιξης των πελατών είναι μεταβαλλόμενος είτε με το αν ο ρυθμός εξυπηρέτησης είναι μεταβαλλόμενος, προκύπτουν αντίστοιχες μορφές συστημάτων ουρών αναμονής.

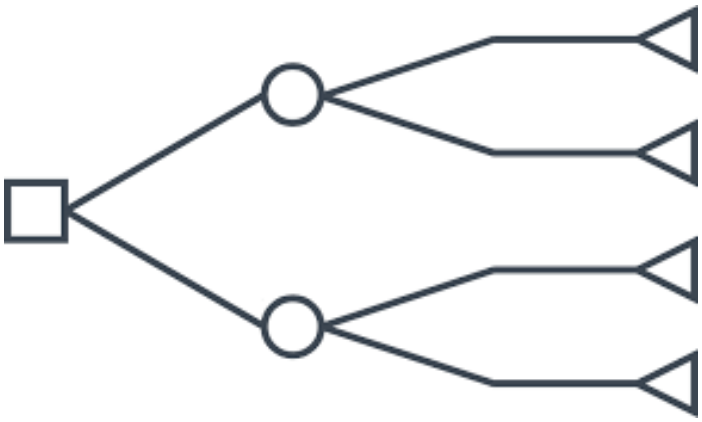
Στο μοντέλο που θα μελετήσουμε στο λογισμικό θα δούμε πως σε κάθε σημείο του μοντέλου υπάρχουν διαφορετικά είδη συστημάτων (από αυτά που περιγράψαμε).

§6 Θεωρία Δέντρων Αποφάσεων

Όταν έχουμε να διαχειριστούμε θέματα που περιλαμβάνουν λήψη αποφάσεων, πολλές φορές είναι χρήσιμο να απεικονίσουμε τις εναλλακτικές αποφάσεις με την βοήθεια διαγραμμάτων δέντρου απόφασης ή Decision Tree. Σε κάθε «κλαδί» του δέντρου παρουσιάζονται οι προϋποθέσεις της απόφασης και στο τέλος το αποτέλεσμα που θα επιφέρει η απόφαση αυτή. Το κάθε δέντρο απόφασης αποτελείται από:

- Την βάση του Δέντρου: όπου αποτελείται από τον τίτλο/θέμα του δέντρου απόφασης.
- Τους κόμβους Απόφασης: σε κάθε κόμβο αναγράφεται ο τίτλος της απόφασης (π.χ. Μείωση προσωπικού στο τμήμα Baggage Control που θα δούμε στην συνέχεια).
- Τις συνδέσεις (κλαδιά) μεταξύ των κόμβων: σε κάθε κλαδί αναγράφονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της απόφασης ή και σε άλλες περιπτώσεις το κόστος της συγκεκριμένης απόφασης.
- Η άκρη του κλαδιού: στην οποία βρίσκεται το τελικό αποτέλεσμα της απόφασης (π.χ. κέρδος).

Τα δέντρα αποφάσεων μαζί με τα μαθηματικά μοντέλα που τα δημιουργούν, αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία της Επιχειρησιακής Έρευνας και της Ανάλυσης Αποφάσεων. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα των δέντρων απόφασης είναι ότι είναι ευέλικτα. Για παράδειγμα αν χρειαστεί να προσθέσουμε επιπλέον απόφαση στο πλάνο μας, αυτό γίνεται με μεγάλη ευκολία. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι καλό θα ήταν το δέντρο απόφασης να περιλαμβάνει τις πιο συμφέρουσες αποφάσεις για την αποφυγή υπερβολικά μεγάλου όγκου πληροφοριών. Αυτό θα κάνουμε στην συνέχεια και με την δικιά μας μελέτη. Θα ξεχωρίσουμε δηλαδή τα καλύτερα σενάρια, και αυτά και μόνο θα αναλυθούν στο δέντρο απόφασης.



Τα βασικότερα πλεονεκτήματα των δέντρων αποφάσεων είναι τα παρακάτω:

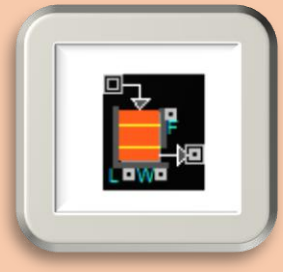
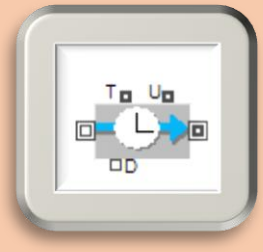
1. Αποτελεί τον καλύτερο περιγραφής ενός προβλήματος που χρήζει απόφασης, αυτό γιατί παρουσιάζει κάθε ενέργεια/απόφαση καθώς και τις αντίστοιχες δεδομένες εκβάσεις με σαφήνεια και απλότητα. Έτσι, έχουμε μια εικονική αναφορά με την οποία μπορεί να γίνει συζήτηση για την λήψη της καλύτερης απόφασης.
2. Η ευελιξία του στις νέες ιδέες. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, αν κατά την διάρκεια της μελέτης προκύψουν επιπλέον σενάρια, μπορούν εύκολα να προστεθούν στο σύνολο του δέντρου.
3. Δίνει την δυνατότητα του εντοπισμό ευαίσθητων σημείων των διαφόρων ενεργειών που χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή.
4. Δίνει την δυνατότητα στους αποφασίζοντες να σκεφτούν και να πράξουν με περισσότερη άνεση και ευκολία παρατηρώντας το δέντρο. Αποτελεί μια φιλική απεικόνιση προς τον ενδιαφερόμενο.
5. Αποτελεί μια τεχνική που είναι εύκολα κατανοητή από το κοινό.

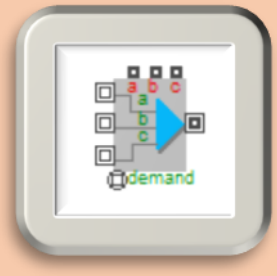
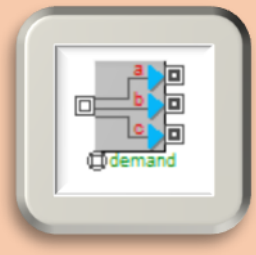
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ

§1 Θεμελιώδεις Πληροφορίες

Αφού εξηγήσαμε το μαθηματικό υπόβαθρο στο οποίο βασίζεται η λειτουργία του προγράμματος προσομοίωσης, στην συνέχεια θα δούμε βήμα το «κτίσιμο» του μοντέλου με το οποίο θα ασχοληθούμε στην παρούσα διπλωματική εργασία.

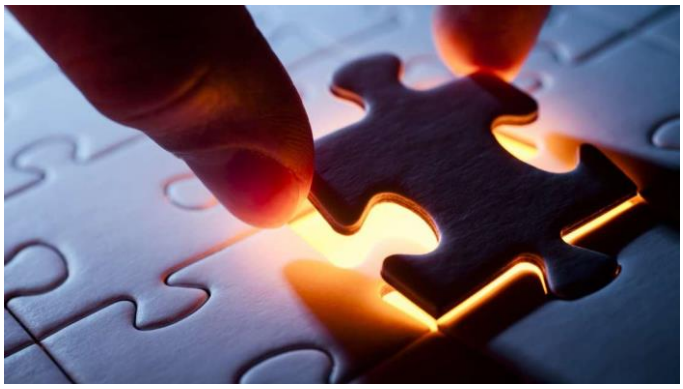
Το λογισμικό λειτουργεί σε ένα περιβάλλον στο οποίο συνδυάζοντας κάποιες οντότητες, τα ονομαζόμενα blocks, όπου το καθένα από αυτά έχει διαφορετικές ιδιότητες. Παρακάτω θα δούμε τα blocks τα οποία θα χρησιμοποιήσουμε στο συγκεκριμένο μοντέλο που θα μελετήσουμε:

	Συγχρονισμός (Executive Block)	*Είναι το βασικό block κάθε μοντέλου γιατί είναι αυτό που προσδίδει κάθε χρονική πληροφορία που εισάγουμε στο σύστημα (για παράδειγμα η μονάδα μέτρησης του χρόνου) όπως θα δούμε και παρακάτω.*
	Πηγή Οντοτήτων (Generator Block)	*Αποτελεί την πηγή παραγωγής των οντοτήτων που ρέουν στο σύστημα (επιβάτες στην δικιά μας περίπτωση). Ανοίγοντας το συγκεκριμένο block μας δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουμε την περιοδικότητα άφιξης οντοτήτων στο σύστημα (κατανομή)*
	**Ουρά Αναμονής (Queue Block)**	*Αφορά την γνωστή ουρά αναμονής. Το λογισμικό διαθέτει διάφορα είδη ουρών αναμονής (στην δικιά μας περίπτωση θα είναι ο τύπος FIFO)*
	**Διαδικασία (Activity Block)**	*Αποτελεί την δραστηριότητα κάθε διαδικασίας-τμήματος από το οποίο αποτελείτε το σύστημα που κατασκευάζουμε. Ομοίως δίνει την δυνατότητα να ορίσουμε την διάρκεια της ή ακόμα με την βοήθεια του επόμενου block να ορίσουμε κάποια κατανομή που θα ακολουθεί η διάρκεια της διαδικασίας.*

	Ρυθμιστής Κατανομής (Distribution Block)	*Όπως αναφέραμε και στο σημείο της διαδικασίας, το συγκεκριμένο block δίνει στοιχεία κατανομής και καθορίζει μια τιμή ανάλογα με το block που θα συνδεθεί. Για παράδειγμα στο μοντέλο μας θα προσδίδει κατανομή στην διάρκεια της ανάλογης διαδικασίας.*
	Έξοδος (Exit Block)	*Είναι η έξοδος των οντοτήτων από το σύστημα. Στο δικό μας μοντέλο κάθε έξοδος θα έχει και διαφορετική σημασία. Θα είναι είτε αριθμός αποσκευών που πέρασαν από το σύστημα είτε μια δυαδική μορφή (0 1) όπου θα δίνει την πληροφορία αν η πτήση αναχώρησε στο καθορισμένο χρονικό περιθώριο που θα οριστεί.*
	Πηγή Πόρων (Resource Generator Block)	*Παράγει (καθορισμένο αριθμό) πόρων για κάθε σημείο του μοντέλου.*
	**Σύμπτυξη Οντοτήτων (Batch Block)**	*Συνδυάζει πόρου με οντότητες, για παράδειγμα έναν επιβάτη με έναν υπάλληλο του check in, του κάνει μία οντότητα που στην συνέχεια η οντότητα θα εισέλθει στην διαδικασία. Θέτει τον περιορισμό ότι για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία π.χ. του check in είναι απαραίτητο να υπάρχει επιβάτης και διαθέσιμος υπάλληλος.*
	**Ανάπτυξη Οντοτήτων (Unbatch Block)**	*Διαφοροποιεί την οντότητα επιβάτη και υπαλλήλου από το προηγούμενο block και στην ουσία ο καθένας πηγαίνει στον αντίστοιχο προορισμό, ο επιβάτης στην συνέχεια του μοντέλου και ο υπάλληλος στην επόμενη εξυπηρέτηση.*

	Μετρητής (Count Block)	*Δίνει πληροφορία για το πόσες οντότητες σε αριθμό έχουν περάσει από το συγκεκριμένο σημείο που έχει τοποθετηθεί το συγκεκριμένο block.*
	Βάρδια (Shift Block)	*Αφορά τον καθορισμό κάθε είδος υπαλλήλου. Ομαδοποιεί τους υπάλληλους σε κάθε ειδικότητα.*
	Πύλη (Select Block)	*Επιλέγει την έξοδο για την εισερχόμενη είσοδο με γνώμονα την πιθανότητα. Για παράδειγμα ο επιβάτης στο Gate επιλέγει τυχαία σε ποιον υπάλληλο θα πάει ώστε να επιβιβαστεί.*

Είδαμε λοιπόν τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν για το κτίσιμο το μοντέλου μελέτης. Τα στοιχεία αυτά θα συνδυαστούν και θα σχεδιαστούν καταλήγοντας στη τελική μορφή.



§2 Σύνθεση Μοντέλου στο Extend

Στην παράγραφο αυτή θα δούμε σε βήματα πως κτίστηκε το τελικό μοντέλο μελέτης.

Βήμα 1ο - Καθορισμός Μορφής Μοντέλου

Το σύστημα που θα μελετήσουμε αποτελείται από 5 τμήματα:

1) Το τμήμα του Check In: Ο επιβάτης εισέρχεται στο σύστημα και οδηγείται στην πρώτη ουρά αναμονής από την οποία με τον συνδυασμό του πόρου Check In Agent προβαίνει στην διαδικασία Check In. Στην διαδικασία αυτή ο επιβάτης στην ουσία επικυρώνει την παρουσία του και την συμμετοχή του στην συγκεκριμένη πτήση και παραδίδει (αν υπάρχει) αποσκευή για φόρτωση στο αεροσκάφος. Στο συγκεκριμένο τμήμα, με την βοήθεια του block επιλογής που είδαμε παραπάνω, υπό κάποια πιθανότητα παρουσιάζεται η περίπτωση που κάποιος επιβάτης δεν έρθει ποτέ στο αεροδρόμιο (non shown passenger).

2) Το τμήμα του Passenger Check/Control: Ο επιβάτης αφού έχει ολοκληρώσει την διαδικασία του Check In, συνεχίζει την πορεία του στο επόμενο τμήμα, το Passenger Control. Το τμήμα αυτό αποτελείται από 2 στάδια: α) το στάδιο του ελέγχου εγγράφων (ID Check) και β) το στάδιο του σωματικού ελέγχου (Passenger Security Check). Στο πρώτο στάδιο ο επιβάτης σε συνδυασμό με τον πόρο της Αστυνομίας οδηγείται στον έλεγχο των εγγράφων του, από το οποίο εγκρίνεται η όχι (πλαστά έγγραφα) η είσοδός του στην συνέχεια του συστήματος. Στο δεύτερο στάδιο, ο επιβάτης σε συνδυασμό με τον πόρο Security εισέρχεται στην διαδικασία του σωματικού ελέγχου όπου ομοίως υπάρχει κάποια πιθανότητα απόρριψης.

3) Το τμήμα του Baggage Control: Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας του Check In ο επιβάτης παραδίδει αποσκευή ή όχι προς φόρτωση στο αεροσκάφος. Η αποσκευή αυτή προχωράει στον διαχωρισμός, όπου εκεί γίνονται οι απαραίτητοι έλεγχοι ασφαλείας. Η αποσκευή στην συνέχεια συνεχίζει προς το αεροσκάφος όπου και φορτώνεται.

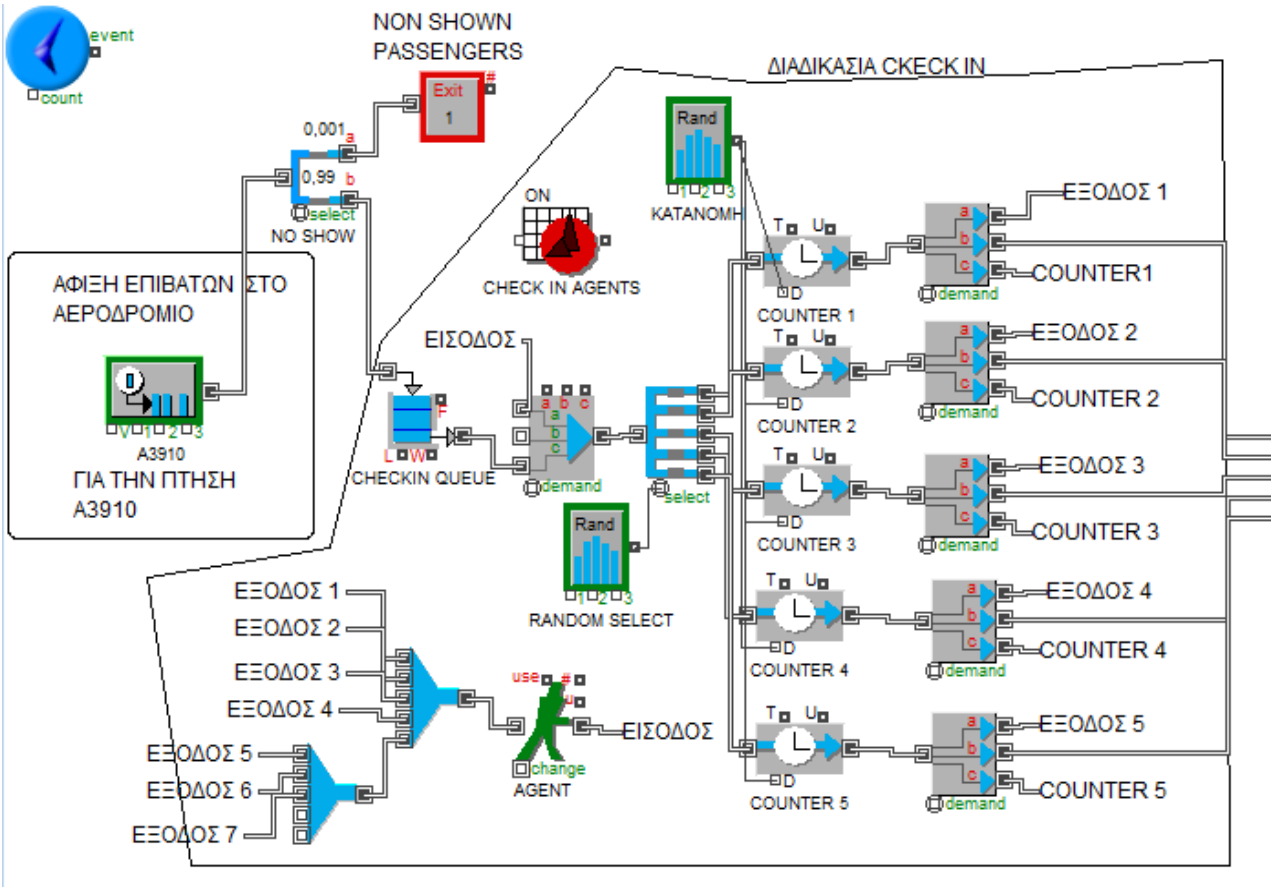
4) Το τμήμα του Gate: είναι το τελικό στάδιο που περνά ο επιβάτης πριν την επιβίβασή του στο αεροσκάφος. Στο τμήμα αυτό, πόροι από την ομάδα των Check In Agents σε συνδυασμό με τον επιβάτη εισέρχονται στην δραστηριότητα του Boarding.

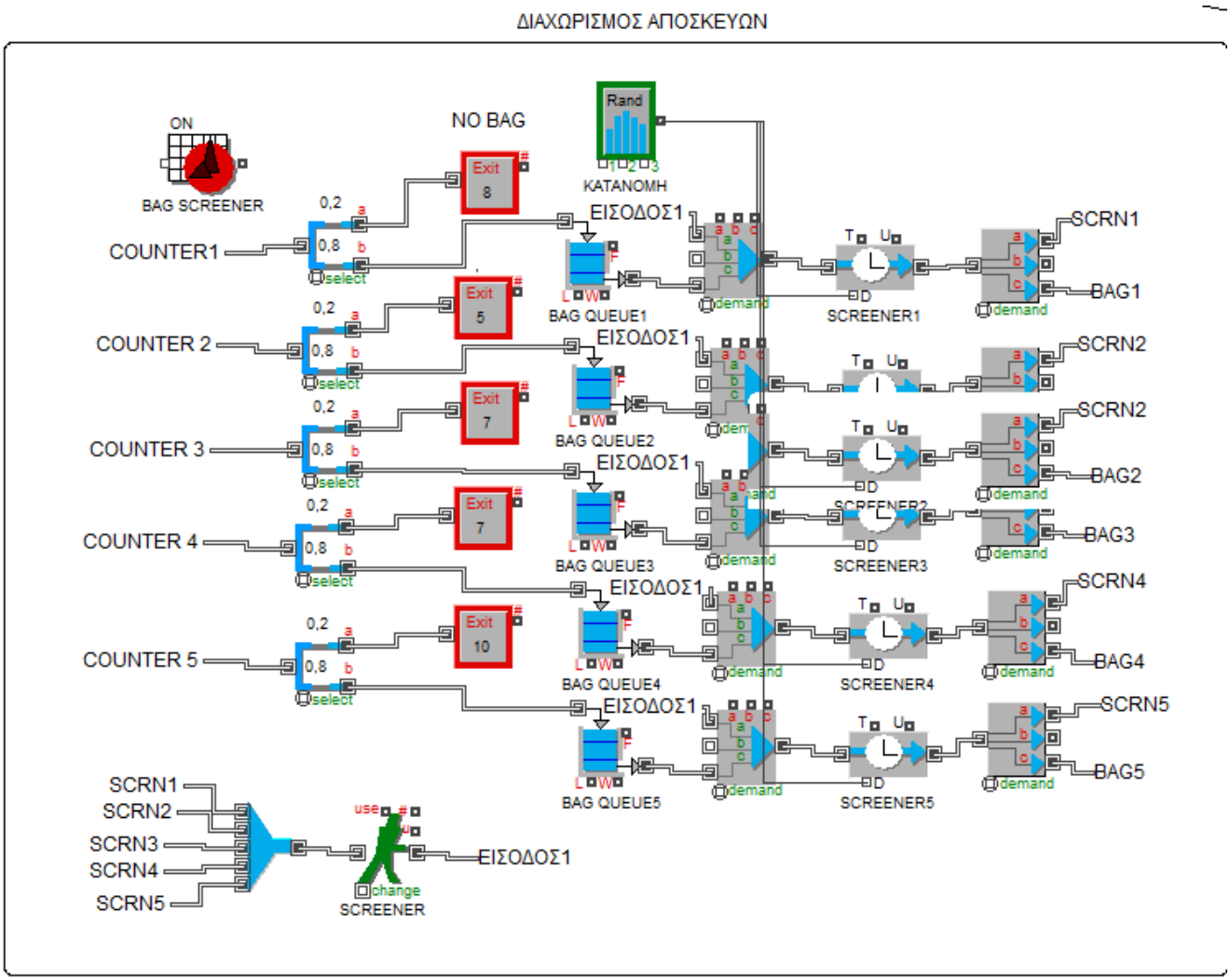
5)Το τμήμα του Aircraft Handling: Στο κομμάτι αυτό, πολλαπλοί πόροι συνδέονται και υλοποιούν την τελική δραστηριότητα του συστήματος, το λεγόμενο Aircraft Handling. Οι πόροι αυτοί είναι οι εξής:

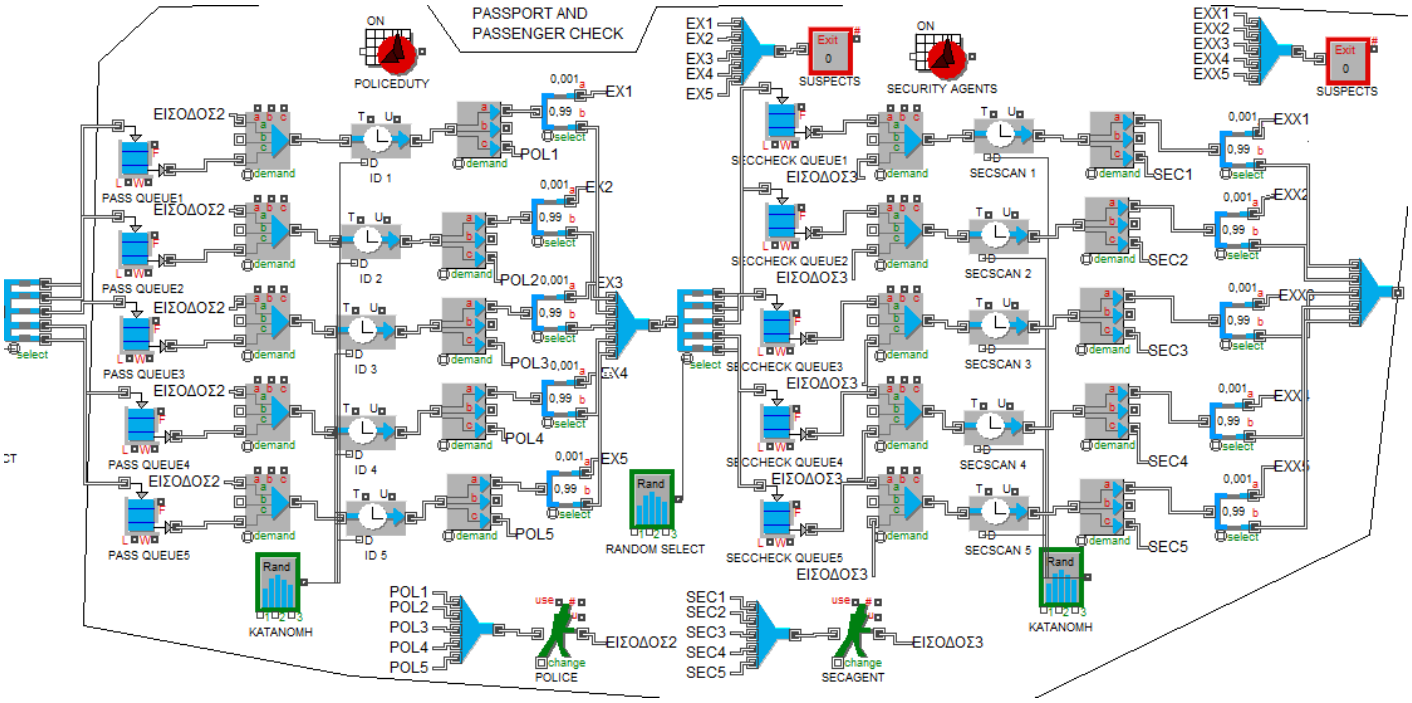
- Οι επιβάτες, που έχουν περάσει από όλα τα παραπάνω στάδια.
- Οι αποσκευές τους, που έχουν περάσει από το στάδιο του διαχωρισμού.
- Οι εκφορτωτές των αποσκευών
- Ο Υπεύθυνος Συντονιστής της πτήσης (Ramp Supervisor)
- Το πλήρωμα του αεροσκάφους
- Ο καθαρισμός
- Το Catering και
- Το Συνεργείο Ανεφοδιασμού.

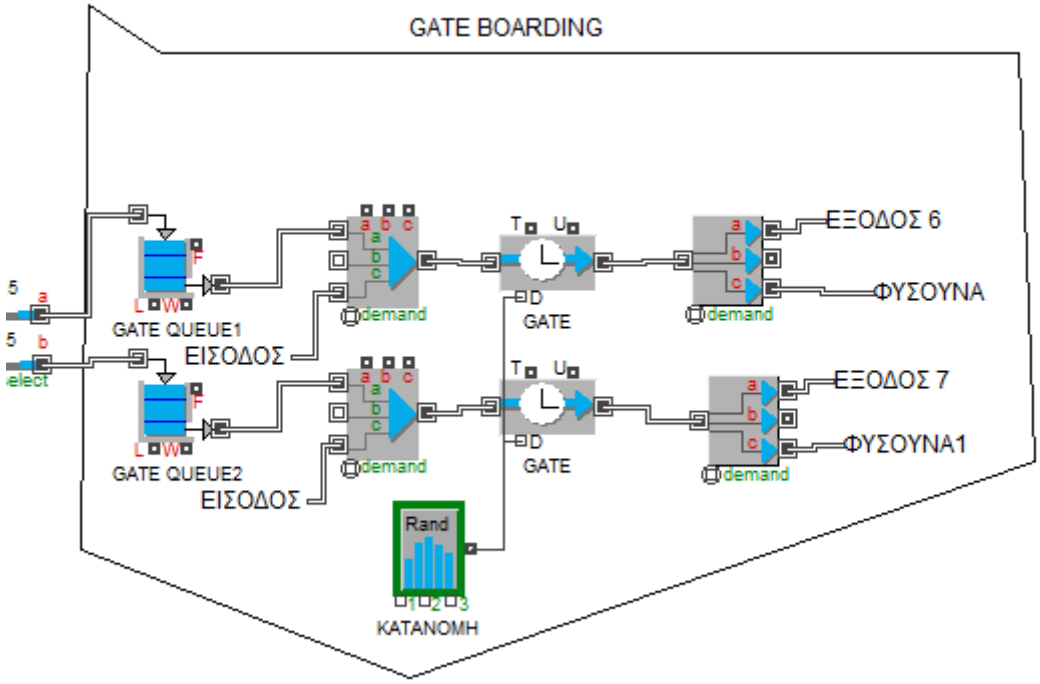
Όλοι αυτοί οι πόροι συνδέονται σε μια οντότητα και υλοποιούν την διαδικασία του Ground Handling διάρκειας 45 λεπτών κατά μέσο όρο.

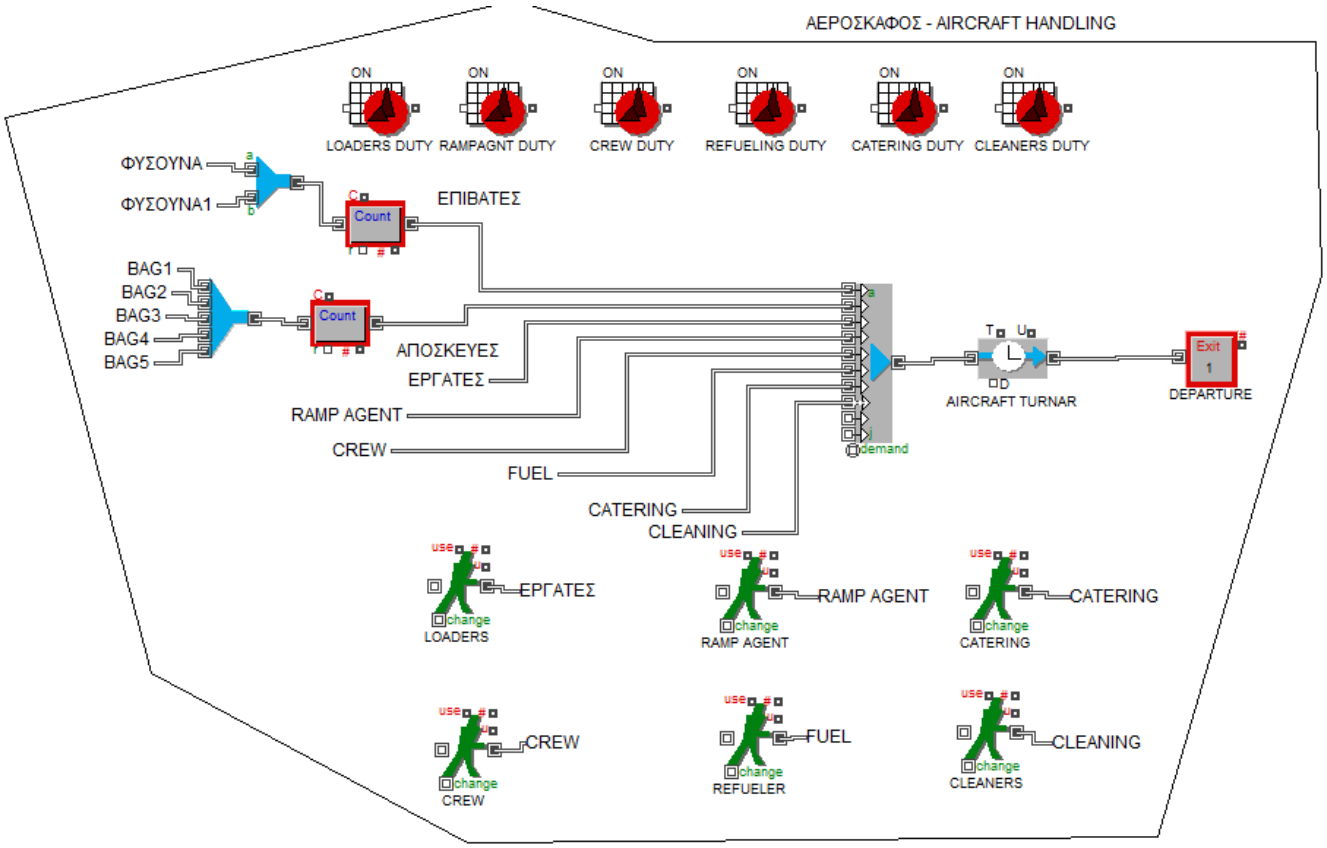
Παρακάτω παρουσιάζονται στο λογισμικό, όλα τα τμήματα που είδαμε παραπάνω, με την χρήση των εργαλείων που παρουσιάσαμε στην προηγούμενη ενότητα στο λογισμικό.




ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟΣΚΕΥΩΝ
ON
BAG SCREENER
NO BAG
Rand
KATANOMH
COUNTER1
COUNTER 2
COUNTER 3
COUNTER 4
COUNTER 5
Exit 8
Exit 5
Exit 7
Exit 7
Exit 10
ΕΙΣΟΔΟΣ1
BAG QUEUE1
BAG QUEUE2
BAG QUEUE3
BAG QUEUE4
BAG QUEUE5
SCREENER1
SCREENER3
SCREENER4
SCREENER5
SCRN1
SCRN2
SCRN2
SCRN4
SCRN5
BAG1
BAG2
BAG3
BAG4
BAG5
SCRN1
SCRN2
SCRN3
SCRN4
SCRN5
ΕΙΣΟΔΟΣ1
SCREENER


PASSPORT AND
PASSENGER CHECK
POLICEDUTY
SUSPECTS
SECURITY AGENTS
SUSPECTS
PASS QUEUE1
PASS QUEUE2
PASS QUEUE3
PASS QUEUE4
PASS QUEUE5
ΕΙΣΟΔΟΣ2
ΕΙΣΟΔΟΣ3
SECCHECK QUEUE1
SECCHECK QUEUE2
SECCHECK QUEUE3
SECCHECK QUEUE4
SECCHECK QUEUE5
SECSCAN 1
SECSCAN 2
SECSCAN 3
SECSCAN 4
SECSCAN 5
SEC1
SEC2
SEC3
SEC4
SEC5
EX1
EX2
EX3
EX4
EX5
EXX1
EXX2
EXX3
EXX4
EXX5
POL1
POL2
POL3
POL4
POL5
RANDOM SELECT
KATANOMH
KATANOMH
POLICE
SECAGENT

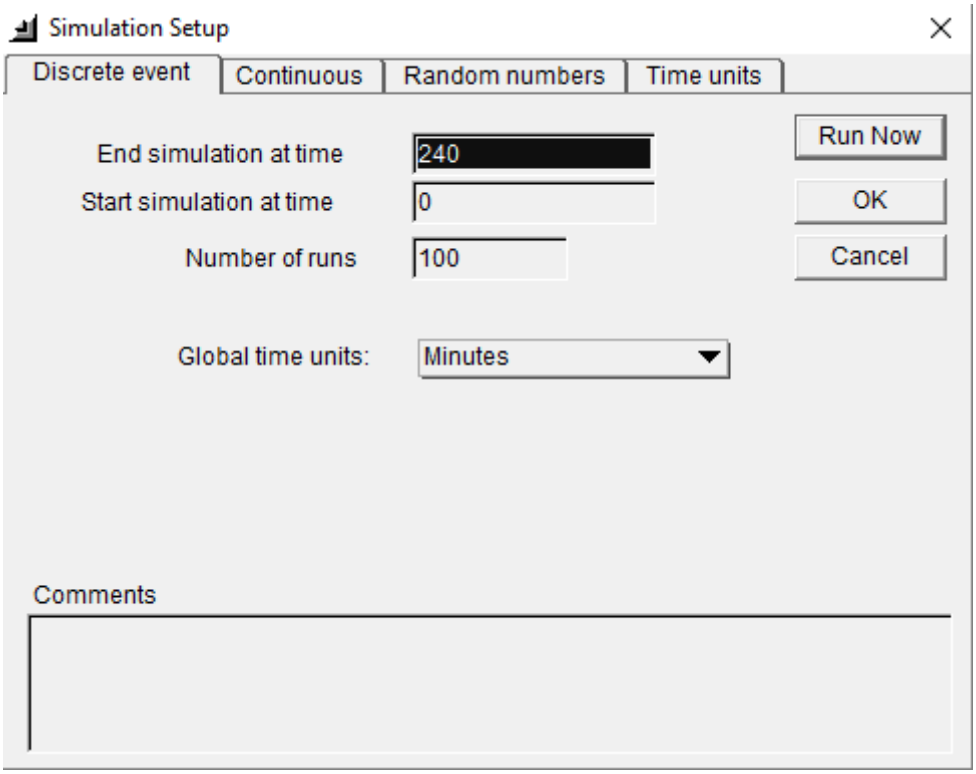

GATE BOARDING
GATE QUEUE1
ΕΙΣΟΔΟΣ
GATE QUEUE2
ΕΙΣΟΔΟΣ
demand
GATE
ΕΞΟΔΟΣ 6
ΦΥΣΟΥΝΑ
ΕΞΟΔΟΣ 7
ΦΥΣΟΥΝΑ1
Rand
ΚΑΤΑΝΟΜΗ


ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΣ - AIRCRAFT HANDLING
ON
LOADERS DUTY
RAMPAGNT DUTY
CREW DUTY
REFUELING DUTY
CATERING DUTY
CLEANERS DUTY
ΦΥΣΟΥΝΑ
ΦΥΣΟΥΝΑ1
Count
ΕΠΙΒΑΤΕΣ
BAG1
BAG2
BAG3
BAG4
BAG5
ΑΠΟΣΚΕΥΕΣ
ΕΡΓΑΤΕΣ
RAMP AGENT
CREW
FUEL
CATERING
CLEANING
AIRCRAFT TURNAR
Exit
DEPARTURE
LOADERS
RAMP AGENT
CATERING
CREW
REFUELER
CLEANERS

Βήμα 2ο - Καθορισμός Μονάδων Μέτρησης Χρόνου – Χρονικό Περιθώριο Μοντέλου

Ξεκινώντας την σύνθεση του συστήματος, θεμελιώδες είναι να καθορίσουμε την μονάδα μέτρησης που θα εκτελείται το μοντέλο, καθώς και το χρονικό περιθώριο κάτω από το οποίο θα πρέπει να υλοποιηθούν όλες οι διαδικασίες με σκοπό την αναχώρηση της πτήσης.

Ρυθμίζω το λογισμικό (όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα) έτσι ώστε να λειτουργεί με μονάδα μέτρησης τα >λεπτά<. Ο χρόνος ο οποίος το σύστημα θα πρέπει να υλοποιήσει με επιτυχία ή αποτυχία τον σκοπό του είναι τα 240 λεπτά ή 4 ώρες, ένας χρόνος που αντικατρωπτίζει την πραγματικότητα. Στο πεδίο Number of Runs, εισάγουμε τον αριθμό τον σεναρίων που επιθυμούμε να τρέξει το σύστημα, και που θα μας βοηθήσει να υπολογίσουμε διάφορα στατιστικά στοιχεία (όπως η πιθανότητα η πτήση να αναχωρήσει στην ώρα της). Στην περίπτωση μας η τιμή αυτή είναι 1000. Το σύστημα δηλαδή θα επαναεκτελεστεί 1000 φορές.



Με τον τρόπο αυτό λοιπόν θέσαμε στο σύστημα την έννοια του χρόνου. Στην συνέχεια θα πρέπει να ορίσουμε σε κάθε δραστηριότητα που απαρτίζεται το σύστημα, αντίστοιχα χρονική διάρκεια και κατανομή η οποία καθορίζει την διάρκεια αυτή. Αυτό γίνεται διότι δεν είναι ρεαλιστικό η διάρκεια μιας δραστηριότητας να λειτουργεί βάσει μέσων χρόνων.

Ας δούμε αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα, την κάθε δραστηριότητα (ανά τμήμα) καθώς και την χρονική διάρκεια και την ανάλογη κατανομή που ακολουθεί. Για να γίνει και πιο κατανοητό το τι περιλαμβάνει κάθε τμήμα, στον πίνακα θα υπάρχουν και πρόσθετα στοιχεία. Στην συνέχεια θα δούμε με την βοήθεια εικόνας, πώς γίνεται ο ορισμός των στοιχείων αυτών.

Όσο αφορά τις κατανομές που επιλέχθηκαν για την λειτουργία των δραστηριοτήτων η επιλογή είναι η εκθετική κατανομή. Η συγκεκριμένη κατανομή επιλέχθηκε για τον λόγο ότι περιγράφει τον χρόνο μεταξύ γεγονότων σε μια διαδικασία Poisson (όπου λειτουργεί το σύστημα που μελετάμε), δηλαδή τα γεγονότα συμβαίνουν συνεχώς και ανεξάρτητα με ένα σταθερό μέσο ρυθμό (Διάρκεια Δραστηριότητας). Στην ουσία σε κάθε είσοδο οντότητας στην εκάστοτε διαδικασία (πχ Check In) η διάρκεια είναι διαφορετική, τυχαία και καθορίζεται με βάση την επιλεχθείσα κατανομή.

Α/Α	ΤΜΗΜΑ	ΠΟΡΟΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ (Πόστα)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ (Μέσος Όρος)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ
1	Check In	Επιβάτες ~ Check In Agents	5 Counters	2 λεπτά	Εκθετική
2i	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου διαβατηρίων)	Επιβάτες ~ Αστυνομία	5 Πόστα	1 λεπτό	Εκθετική
2ii	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου επιβατών)	Επιβάτες ~ Security Agents	5 σετ X-rays/Αψίδες Ελέγχου	1,5 λεπτό	Εκθετική
3	Διαχωρισμός	Αποσκευές ~ Screener	5 X-rays	1 λεπτό	Εκθετική
4	Gate	Επιβάτες ~ Check In Agents	2 Counters	0.3 λεπτά	Εκθετική
5	Aircraft Handling	Επιβάτες ~ Αποσκευές ~ Εκφορτωτές Αποσκευών ~ Ramp Supervisor ~Πλήρωμα ~ Καθαρισμός ~ Catering ~ Συνεργείο Ανεφοδιασμού	1 Αεροσκάφος	45 λεπτά	-

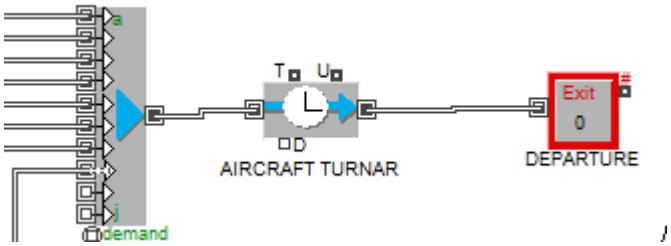
Ο λόγος που η δραστηριότητα του Aircraft Handling δεν λειτουργεί βάση κάποιας κατανομής, αλλά με μέση τιμή, προκύπτει από τον ελάχιστο χρόνο εξυπηρέτησης που έχει θέσει η εταιρεία εξυπηρέτησης αεροσκαφών. Αν αυτός ο χρόνος είναι μεγαλύτερος, η πτήση έχει καθυστέρηση.

Βήμα 3ο – Καθορισμός Αποτελεσμάτων – Στόχος Μοντέλου

Αφού στα δύο προηγούμενα βήματα κτίσαμε το μοντέλο με τα απαραίτητα blocks με τις αντίστοιχες αλληλουχίες και συνδέσεις μεταξύ τους και θέσαμε τους χρονικούς όρους βάσει των οποίων λειτουργεί το σύστημα, ήρθε η στιγμή να καθορίσουμε «Τι;» ακριβώς πληροφορία θέλουμε να λάβουμε από το σύστημα που κατασκευάσαμε (που αποτελεί ένα αντίγραφο της πραγματικότητας πάνω στο οποίο μπορούμε να κάνουμε μελέτη δίχως να παίρνουμε κάποιο ρίσκο).

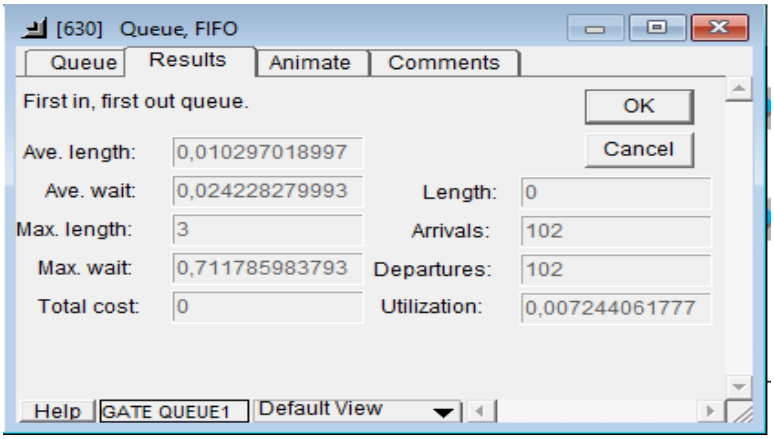
Στην περίπτωση μας 3 είναι τα αποτελέσματα που μας ενδιαφέρουν, και που πάνω σε αυτά θα διεξάγουμε κάποια σενάρια. Είναι τα εξής

1. Η αναχώρηση ή μη , του αεροσκάφους στην προβλεπόμενη ώρα των 4 ωρών που θέσαμε στο Βήμα 2. Αυτό στο λογισμικό επιτυγχάνεται με την χρήση δυαδικής εξόδου. Όπως βλέπουμε και στην παρακάτω εικόνα,



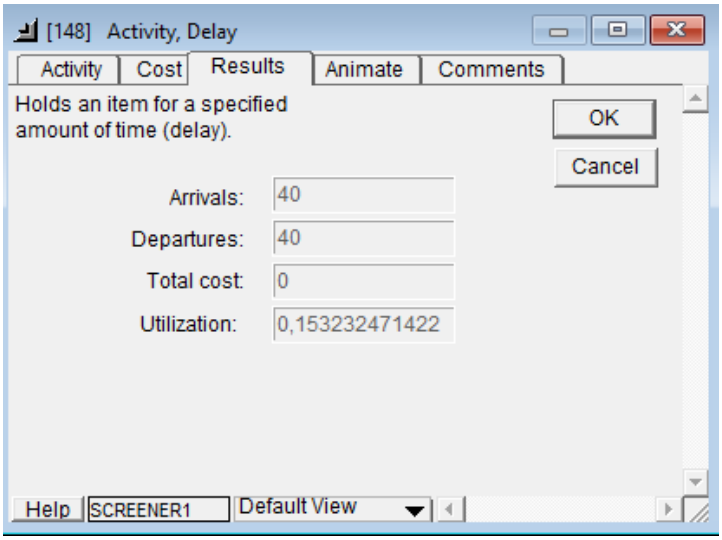
Η έξοδος Departure παίρνει την τιμή 0 όταν η πτήση δεν αναχωρεί στο επιλεγμένο χρονικό περιθώριο ενώ την τιμή 1 όταν αναχωρεί. Οι κρίσιμοι πόροι στο σημείο αυτό είναι οι επιβάτες και οι αποσκευές. Αυτό γιατί για να ολοκληρωθεί η διαδικασία του Aircraft Handling θα πρέπει αυτοί οι πόροι να είναι έτοιμοι (να έχουν ολοκληρώσει την πορεία μας στο σύστημα) έγκαιρα.

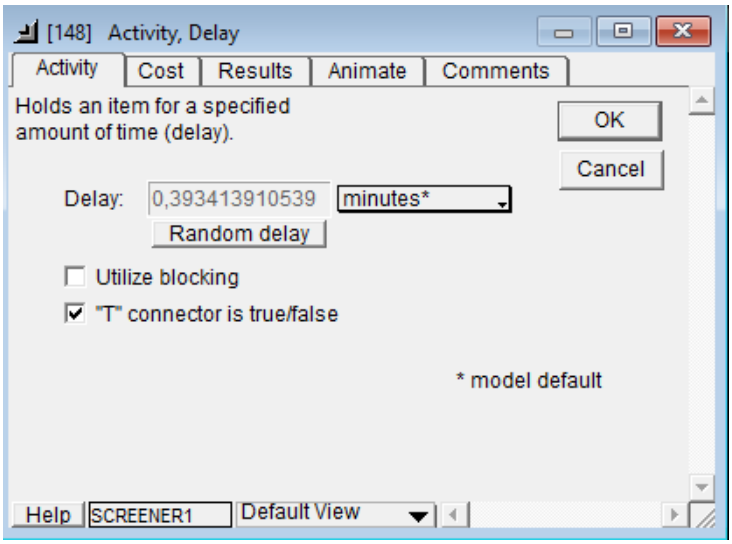
2. Το λογισμικό παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις ουρές αναμονής του συστήματος. Για παράδειγμα παρακάτω βλέπουμε βασικές πληροφορίες για την ουρά αναμονής του Gate:



Με αυτές τις πληροφορίες μπορούμε να θέσουμε ως στόχο να ελαχιστοποιήσουμε για παράδειγμα τον χρόνο αναμονής στην συγκεκριμένη ουρά αναμονής. Αυτό επιτυγχάνεται με σενάρια όπως θα δούμε στην συνέχεια της διπλωματικής. Θέτουμε δηλαδή τρόπους με τους οποίους θα μπορούσε να υλοποιηθεί η μείωση του χρόνους αναμονής, υλοποιούμε τον τρόπο στο λογισμικό και «τρέχουμε» ξανά την προσομοίωση. Λαμβάνουμε εκ νέου στοιχεία και αξιολογούμε την κατάσταση. Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να αυξήσουμε το προσωπικό ή να αυξήσουμε τα πόστα εξυπηρέτησης. Αυτό θα μείωνε τον χρόνο, αλλά θα αύξανε το κόστος. Με το κομμάτι αυτό θα ασχοληθούμε σε επόμενο κεφάλαιο.

3. Αντίστοιχα, μπορούμε να λάβουμε στοιχεία για τα σημεία εξυπηρέτησης – δραστηριότητες. Όπως βλέπουμε παρακάτω το λογισμικό μας προσφέρει στοιχεία που αφορούν για παράδειγμα τη διαδικασία (το x-ray 1) ελέγχου αποσκευών στο τμήμα του Διαχωρισμού:





Για τον λόγο ότι ο όγκος των δεδομένων είναι πολλές φορές μεγάλος (πολλές ουρές αναμονής), το λογισμικό διαθέτει επιλογή αποτελεσμάτων (Report Form) που θα ήθελε ο χρήστης. Για παράδειγμα θέλω να παρακολουθήσω τα στοιχεία των ουρών αναμονής του Check In και του Διαχωρισμού. Το λογισμικό δίνει (με τις κατάλληλες επιλογές ουρών) για 1000 επαναλήψεις την ακόλουθη αναφορά:

Text File "report.txt"

Extend Statistics Report – 22/4/2018 12:39:23 πμ
Run #0

QUEUES

Block Label	Number	Name	Depart	Arrive	AvgLeng	AvgWait	MaxLeng	MaxWait	Renege	Util	Cost
CHECKIN QUEUE	11	FIFO	200	200	0,30753	0,36904	9	4,69377		0,08597	
BAG QUEUE1	154	FIFO	41	41	0,00545	0,03191	1	0,83189		0,00545	
BAG QUEUE2	161	FIFO	37	37	0,00423	0,02745	1	1,01558		0,00423	
BAG QUEUE3	168	FIFO	30	30	0	0	1	0		0	
BAG QUEUE4	175	FIFO	29	29	0,00073	0,00606	1	0,1757		0,00073	
BAG QUEUE5	182	FIFO	28	28	0,00172	0,01476	1	0,37175		0,00172	

****

Extend Statistics Report – 22/4/2018 12:39:23 πμ
Run #1

QUEUES

Block Label	Number	Name	Depart	Arrive	AvgLeng	AvgWait	MaxLeng	MaxWait	Renege	Util	Cost
CHECKIN QUEUE	11	FIFO	200	200	0,4099	0,49188	11	7,07663		0,09015	
BAG QUEUE1	154	FIFO	46	46	0,0031	0,01619	1	0,63368		0,0031	
BAG QUEUE2	161	FIFO	38	38	0,01394	0,08807	2	1,42045		0,01321	
BAG QUEUE3	168	FIFO	37	37	0	0	1	0		0	
BAG QUEUE4	175	FIFO	26	26	0	0	1	0		0	
BAG QUEUE5	182	FIFO	17	17	0	0	1	0		0	

****

Extend Statistics Report – 22/4/2018 12:39:23 πμ
Run #2

QUEUES

Block Label	Number	Name	Depart	Arrive	AvgLeng	AvgWait	MaxLeng	MaxWait	Renege	Util	Cost
CHECKIN QUEUE	11	FIFO	200	200	0,32284	0,3874	8	3,75524		0,09603	
BAG QUEUE1	154	FIFO	40	40	0,01603	0,09617	1	2,26637		0,01603	
BAG QUEUE2	161	FIFO	48	48	0,00044	0,00218	1	0,10479		0,00044	
BAG QUEUE3	168	FIFO	28	28	0,00857	0,07348	1	1,0887		0,00857	

Line: 1 Code Completion (F8)

Το αποτέλεσμα είναι για κάθε επανάληψη (Run#) τα στοιχεία των επιλεχθέντων ουρών αναμονής. Με τον τρόπο αυτόν επιτυγχάνεται η καλύτερη μελέτη των στοιχείων.

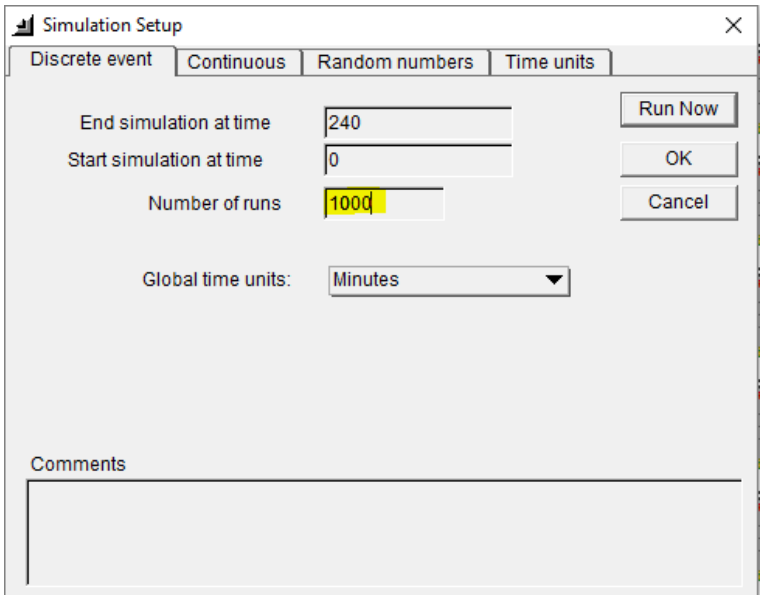
ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Εκτέλεση Βασικού Μοντέλου

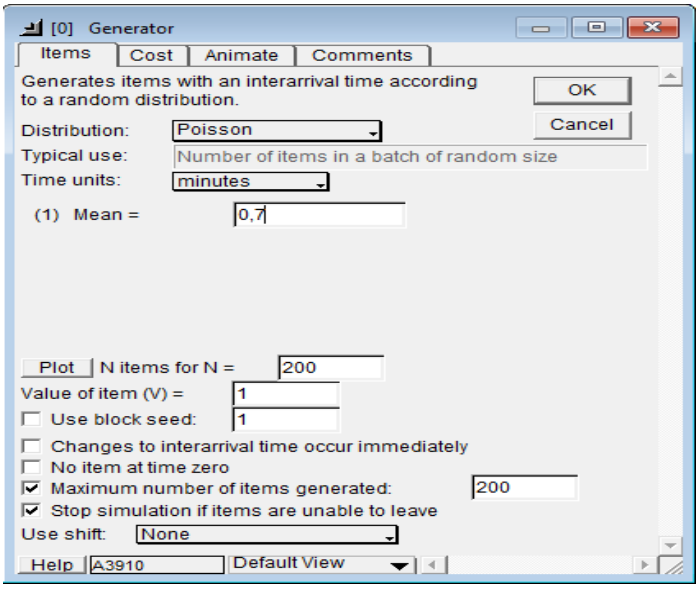
Στο προηγούμενο κεφάλαιο είδαμε ποιο είναι αλλά και πως κτίζεται το μοντέλο μελέτης της παρούσας εργασίας. Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει εκτέλεση του βασικού μοντέλου καθώς και επιμέρους σεναρίων (παραλλαγών). Θα ληφθούν αποτελέσματα από κάθε μοντέλο και θα γίνουν συγκρίσεις οι οποίες θα μας οδηγήσουν στην βελτίωση του κάθε μοντέλου άρα και την δημιουργία στρατηγικών που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στην πράξη.

§1 Εκτέλεση του Βασικού Μοντέλου – Αποτελέσματα – Συμπεράσματα

Ξεκινάμε από την μελέτη των **ουρών αναμονής** του συστήματος. Εκτελέστηκε από το λογισμικό προσομοίωση 1000 επαναλήψεων (παρακάτω εικόνα):



Το μοντέλο αφορά μια πτήση με **booking 200 επιβάτες**:



Οι αφίξεις των επιβατών ακολουθούν κατανομή Poisson (τυχαία άφιξη). Οι χρόνοι σε κάθε διαδικασία έχουν καθοριστεί όπως είδαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο και φαίνονται ξανά στο παρακάτω πίνακα:

Α/Α	ΤΜΗΜΑ	ΠΟΡΟΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ (Πόστα)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ (Μέσος Όρος)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ
1	Check In	Επιβάτες ~ Check In Agents	5 Counters	2 λεπτά	Εκθετική
2i	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου διαβατηρίων)	Επιβάτες ~ Αστυνομία	5 Πόστα	1 λεπτό	Εκθετική
2ii	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου επιβατών)	Επιβάτες ~ Security Agents	5 σετ X-rays/Αψίδες Ελέγχου	1,5 λεπτό	Εκθετική
3	Διαχωρισμός	Αποσκευές ~ Screener	5 X-rays	1 λεπτό	Εκθετική
4	Gate	Επιβάτες ~ Check In Agents	2 Counters	0.3 λεπτά	Εκθετική
5	Aircraft Handling	Επιβάτες ~ Αποσκευές ~ Εκφορτωτές Αποσκευών ~ Ramp Supervisor ~Πλήρωμα ~ Καθαρισμός ~ Catering ~ Συνεργείο	1 Αεροσκάφος	45 λεπτά	-

		Ανεφοδιασμού			

Επίσης η κατανομή ανθρώπινων πόρων φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Check In Agents	10
Police Officers	5
Baggage Control	10
Security Agents	5

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από κάθε **ουρά αναμονής**, ανά τμήμα, του συστήματος μετά από προσομοίωση 1000 επαναλήψεων:

§2 Αποτελέσματα Ουρών Αναμονής

Τμήμα Check In	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
Queue 1	0,26	8

Τμήμα Passenger Check/Control	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
ID Queue 1	0,20	2
ID Queue 2	0,06	1
ID Queue 3	0,36	3
ID Queue 4	0,34	2
ID Queue 5	0,04	1
Security Check Queue 1	0,12	1
Security Check Queue 2	0,23	2
Security Check Queue 3	1,36*	5
Security Check Queue 4	0,65	3
Security Check Queue 5	18,17*	8

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
Ιμάντας 1	0	1
Ιμάντας 2	0	1
Ιμάντας 3	0,02	1
Ιμάντας 4	0	1
Ιμάντας 5	0,06	1

Τμήμα Gate/Boarding	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
Counter Queue 1	0,02	3
Counter Queue 2	0,03	3

Συμπεράσματα ανά Τμήμα:

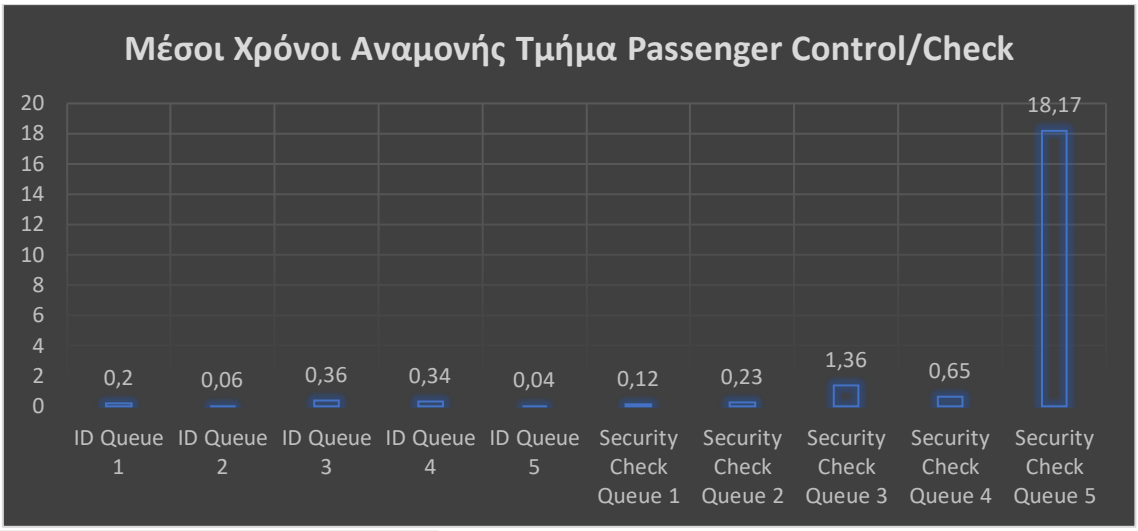
- **Τμήμα Check In:** Παρατηρούμε ότι το τμήμα λειτουργικά αποδοτικά, με έναν μικρό χρόνο αναμονής. Σημαντικό γεγονός το μερικώς αυξημένο μήκος ουράς.
- **Τμήμα Passenger Check/Control:** Στην μεριά του Id Check δεν παρατηρούνται μεγάλοι χρόνοι αναμονής στις ουρές, ενώ στη μεριά του Passenger Check παρατηρείται αυξημένη αναμονή στις ουρές 3 και 5.
- **Τμήμα Baggage Control:** Το τμήμα λειτουργεί εξαιρετικά αποδοτικά με σχεδόν μηδενικούς χρόνους αναμονής.
- **Τμήμα Gate/Boarding:** Το τμήμα λειτουργεί αποδοτικά με μικρούς χρόνους αναμονής και μήκη ουράς.

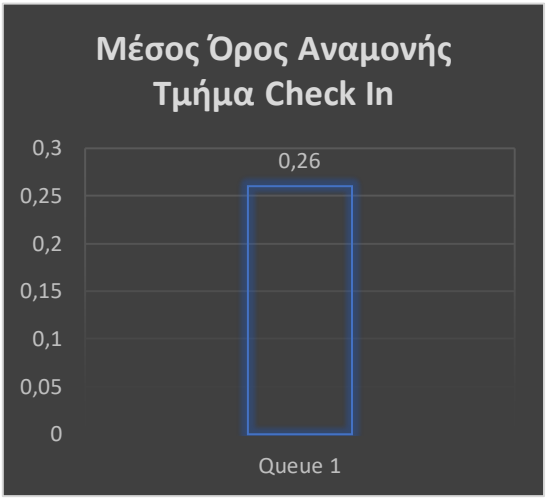
Σημαντικά Σημεία:

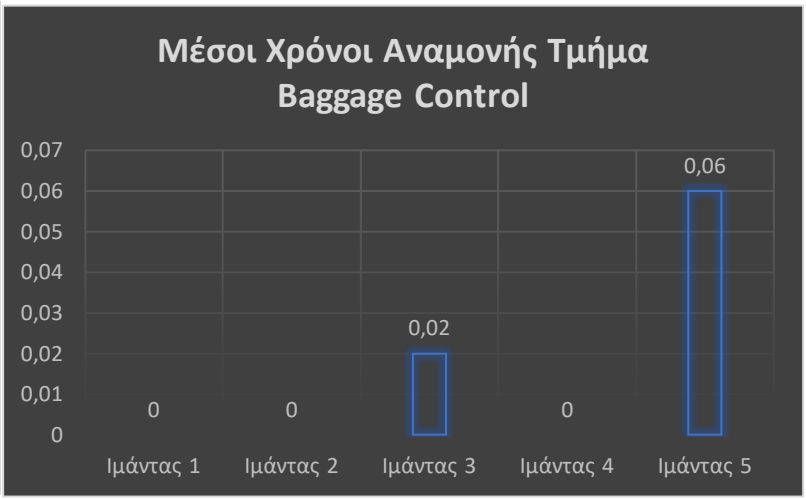
1. ***Θα κατασκευαστεί σενάριο για το Τμήμα του Passenger Check με σκοπό την βελτίωση των αυξημένων χρόνων αναμονής στις ουρές που αναφέρθηκαν παραπάνω.***

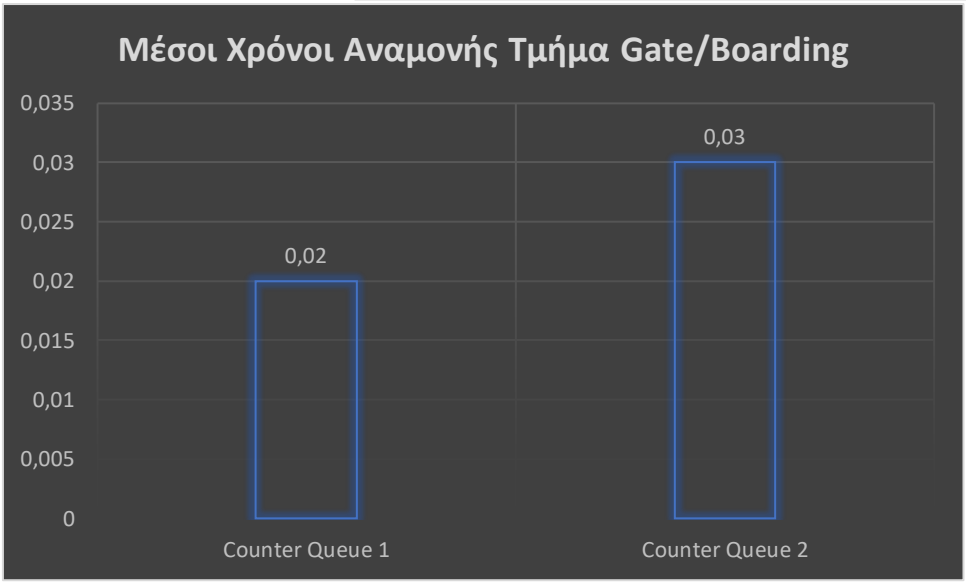
2. ***Θα κατασκευαστεί σενάριο για την ρύθμιση του Τμήματος Baggage Control με στόχο την διατήρηση της αποδοτικότητάς του και την μείωση του λειτουργικού του κόστους είτε με την μείωση προσωπικού είτε με την μείωση μηχανημάτων (σημείων εξυπηρέτησης).***

Διαγραμματική Μορφή Αποτελεσμάτων Ουρών Αναμονής Βασικού Μοντέλου









Στην συνέχεια θα δούμε τα αποτελέσματα των σημείων εξυπηρέτησης κάθε τμήματος που αποτελούν το επόμενο στάδιο μετά από κάθε ουρά αναμονής που είδαμε προηγουμένως.

§3 Αποτελέσματα Σημείων Εξυπηρέτησης

Τμήμα Check In	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης(Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
Check In 1	0,88	**2 λεπτά**
Check In 2	0,24	**2 λεπτά**
Check In 3	0,15	**2 λεπτά**
Check In 4	1,79	**2 λεπτά**
Check In 5	2,75	**2 λεπτά**

Τμήμα Passenger Check/Control	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης (Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
ID 1	0,58	**1 λεπτό**
ID 2	0,54	**1 λεπτό**
ID 3	0,37	**1 λεπτό**
ID 4	0,59	**1 λεπτό**
ID 5	0,35	**1 λεπτό**
Security Check 1	0,65	**1,5 λεπτά**
Security Check 2	0,78	**1,5 λεπτά**
Security Check 3	0,92	**1,5 λεπτά**
Security Check 4	1,01	**1,5 λεπτά**
Security Check 5	0,64	**1,5 λεπτά**

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης(Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
Ιμάντας 1	0,28	**1 λεπτό**
Ιμάντας 2	0,56	**1 λεπτό**
Ιμάντας 3	0,23	**1 λεπτό**
Ιμάντας 4	0,37	**1 λεπτό**
Ιμάντας 5	0,65	**1 λεπτό**

Τμήμα Gate/Boarding	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης(Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
Counter Queue 1	0,25	**0,3 λεπτά**
Counter Queue 2	0,59	**0,3 λεπτά**

<u>Συμπεράσματα ανά Τμήμα:</u>

- **Τμήμα Check In:** Παρατηρούνται χρόνοι εξυπηρέτησης κοντά στην μέση τιμή, επομένως το κομμάτι της εξυπηρέτησης λειτουργεί κανονικά.
- **Τμήμα Passenger Check/Control:** Ομοίως και στα δύο μέρη οι χρόνοι εξυπηρέτησης είναι ικανοποιητικοί.
- **Τμήμα Baggage Control:** Επίσης, ικανοποιητικοί χρόνοι.
- **Τμήμα Gate/Boarding:** Όπως και στα προηγούμενα τμήματα οι χρόνοι εξυπηρέτησης είναι ικανοποιητικοί.

Σημαντικά Σημεία:

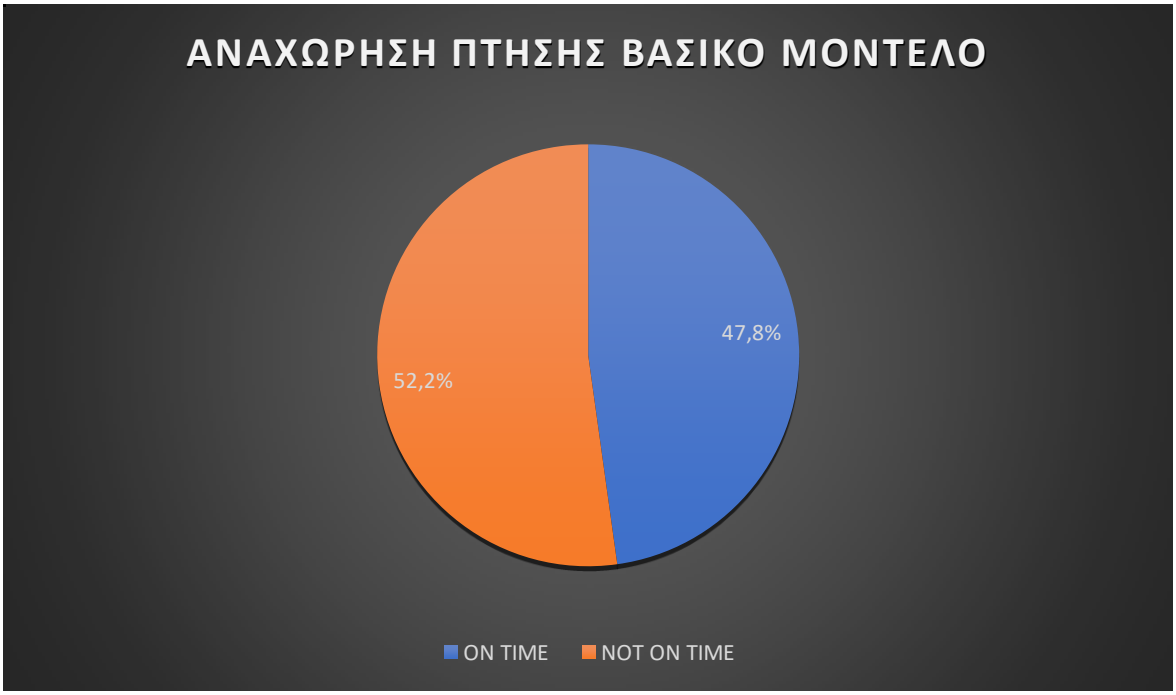
1. ***Το γεγονός ότι οι χρόνοι εξυπηρέτησης είναι ικανοποιητικοί στο κομμάτι του Passenger Check δίνει την πληροφορία ότι οι καθυστερήσεις που παρατηρήθηκαν προηγουμένως στις ουρές αναμονής ίσως οφείλεται σε έλλειψη προσωπικού, το οποίο θα αποτελέσει και το 1ο σενάριο που θα διεξαχθεί.***

Θα δούμε στην συνέχεια τα αποτελέσματα της δυαδικής πύλης, η οποία μας πληροφορεί για την πιθανότητα η πτήση στις 1000 επαναλήψεις να αναχωρεί στην ώρα της. Με γνώμονα λοιπόν αυτή

την πιθανότητα και φυσικά τους χρόνους που παρουσιάσαμε στο ΒΑΣΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ, θα αξιολογήσουμε και τα αποτελέσματα των όποιων σεναρίων πραγματοποιηθούν έτσι ώστε να προτείνουμε την καλύτερη στρατηγική.

§4 Αποτελέσματα Δυαδικής Πύλης

ON TIME (ΤΙΜΗ 1)		NOT ON TIME (ΤΙΜΗ 0)
478/1000		522/1000
47,8%		52,2%



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Διεξαγωγή Προσομοίωσης Σεναρίων

§1ο Σενάριο Τμήματος Passenger Check

Το σενάριο αυτό προέκυψε όπως είδαμε από την εκτέλεση του βασικού μοντέλου, στο οποίο παρατηρήθηκαν αυξημένοι χρόνοι αναμονής στο τμήμα του Passenger Check. Στόχος του σεναρίου είναι η αύξηση του ανθρώπινου δυναμικού του τμήματος, η επανεκτέλεση του μοντέλου και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Τα δεδομένα για το 1ο Σενάριο παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

Α/Α	ΤΜΗΜΑ	ΠΟΡΟΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ (Πόστα)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ (Μέσος Όρος)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ
1	Check In	Επιβάτες ~ Check In Agents	5 Counters	2 λεπτά	Εκθετική
2i	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου διαβατηρίων)	Επιβάτες ~ Αστυνομία	5 Πόστα	1 λεπτό	Εκθετική
2ii	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου επιβατών)	Επιβάτες ~ Security Agents	5 σετ X-rays/Αψίδες Ελέγχου	1,5 λεπτό	Εκθετική
3	Διαχωρισμός	Αποσκευές ~ Screener	5 X-rays	1 λεπτό	Εκθετική
4	Gate	Επιβάτες ~ Check In Agents	2 Counters	0.3 λεπτά	Εκθετική
5	Aircraft Handling	Επιβάτες ~ Αποσκευές ~ Εκφορτωτές Αποσκευών ~ Ramp Supervisor ~Πλήρωμα ~ Καθαρισμός ~ Catering ~ Συνεργείο Ανεφοδιασμού	1 Αεροσκάφος	45 λεπτά	-

Πόρος	Αριθμός Βασικού Μοντέλου	Αριθμός 1ου Σεναρίου
Check In Agents	10	10
Police Officers	5	5
Baggage Control	10	10
Security Agents	5	6*

Πραγματοποιούμε εκτέλεση του Μοντέλου 1ου Σεναρίου ομοίως για 1000 επαναλήψεις. Τα αποτελέσματα φαίνονται στην συνέχεια:

<u>Αποτελέσματα Ουρών Αναμονής</u>

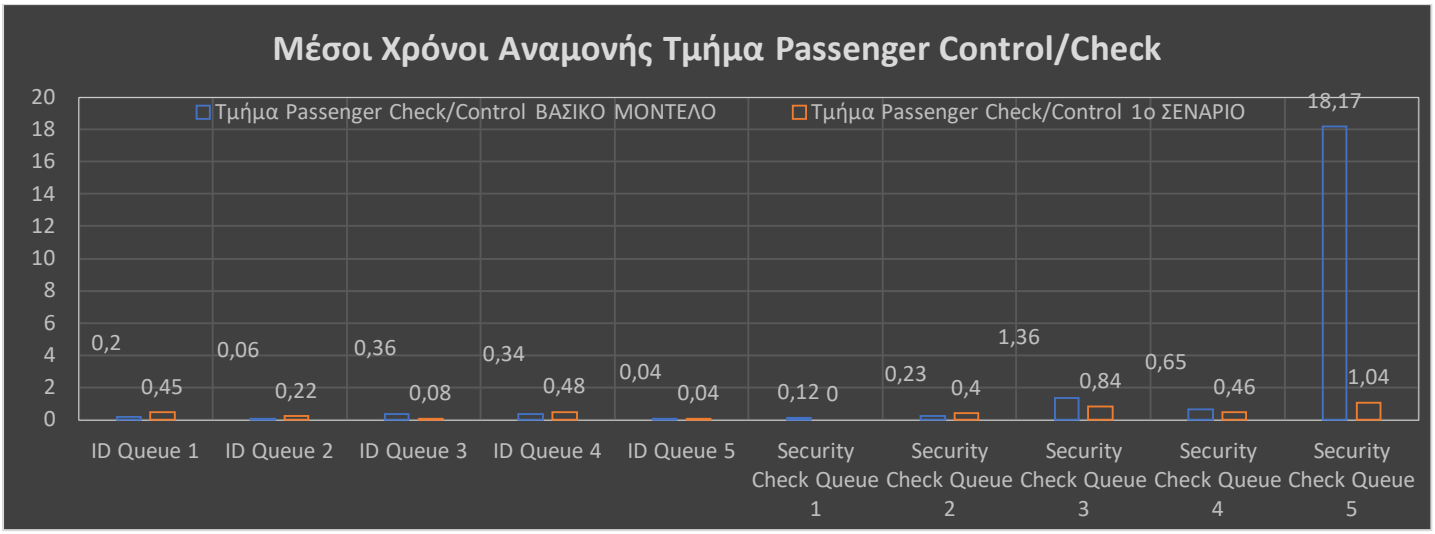
Τμήμα Check In	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
Queue 1	0,35	11

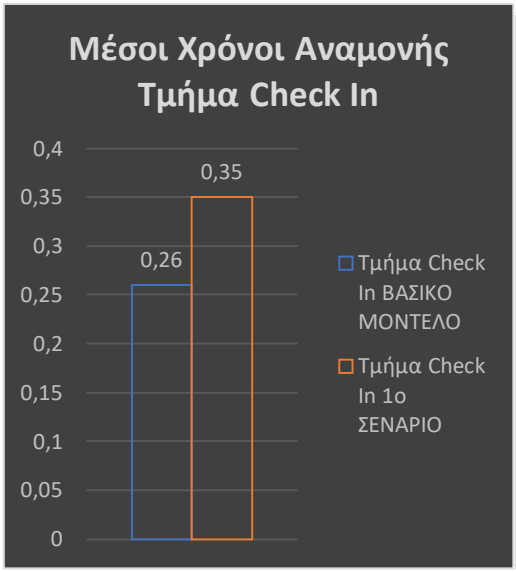
Τμήμα Passenger Check/Control	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
ID Queue 1	0,45	4
ID Queue 2	0,22	2
ID Queue 3	0,08	1
ID Queue 4	0,48	3
ID Queue 5	0,04	1
Security Check Queue 1	0	1
Security Check Queue 2	0,40	2
Security Check Queue 3	0,84*	5
Security Check Queue 4	0,46	3
Security Check Queue 5	1,04*	4

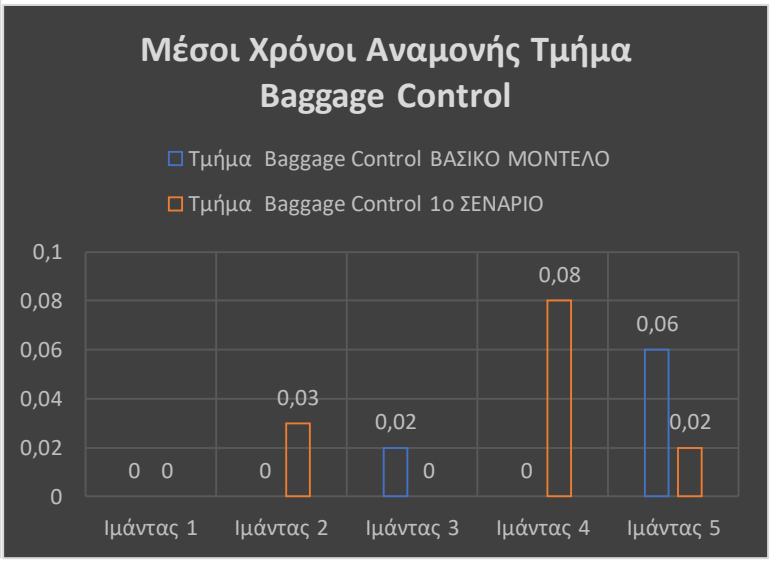
Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
Ιμάντας 1	0	1
Ιμάντας 2	0,03	1
Ιμάντας 3	0	1
Ιμάντας 4	0,08	1
Ιμάντας 5	0,02	1

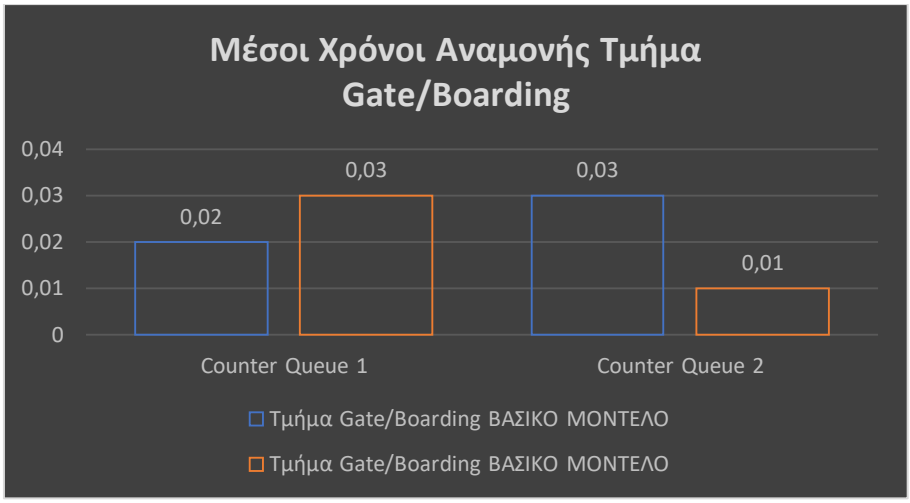
Τμήμα Gate/Boarding	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
Counter Queue 1	0,03	1
Counter Queue 2	0,01	1

Διαγραμματική Μορφή Αποτελεσμάτων Ουρών Αναμονής









Αποτελέσματα Σημείων Εξυπηρέτησης

Τμήμα Check In	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης(Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
Check In 1	1,90	**2 λεπτά**
Check In 2	2,15	**2 λεπτά**
Check In 3	1,61	**2 λεπτά**
Check In 4	2,79	**2 λεπτά**
Check In 5	1,42	**2 λεπτά**

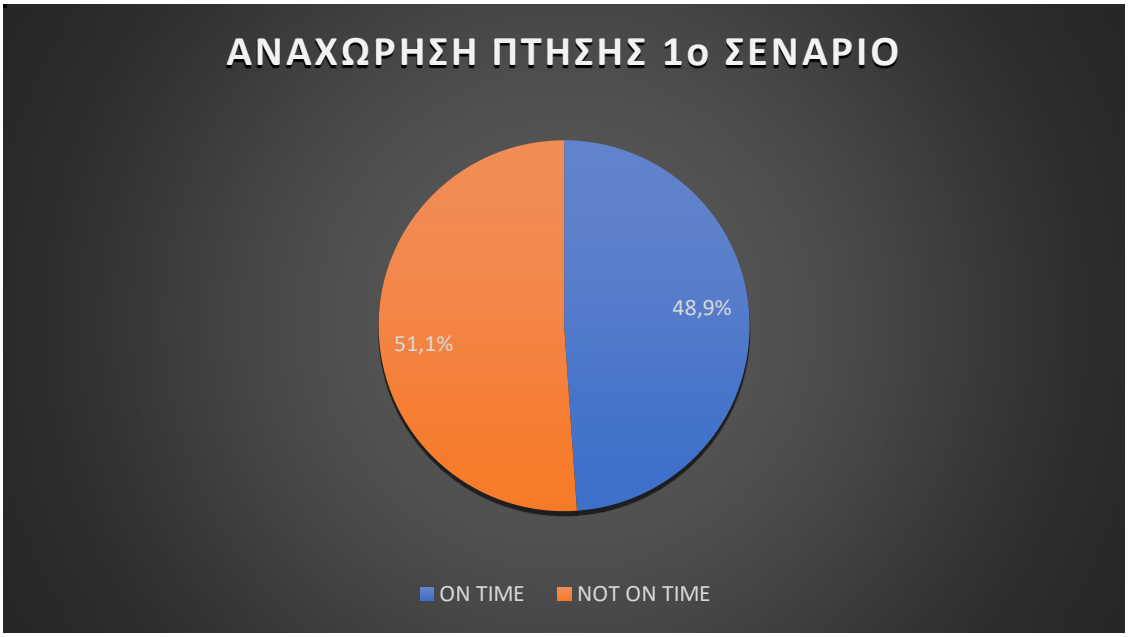
Τμήμα Passenger Check/Control	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης (Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
ID 1	0,74	**1 λεπτό**
ID 2	1,42	**1 λεπτό**
ID 3	0,70	**1 λεπτό**
ID 4	1,20	**1 λεπτό**
ID 5	0,45	**1 λεπτό**
Security Check 1	0,62	**1,5 λεπτά**
Security Check 2	0,34	**1,5 λεπτά**
Security Check 3	1,16	**1,5 λεπτά**
Security Check 4	2,35	**1,5 λεπτά**
Security Check 5	0,89	**1,5 λεπτά**

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης(Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
Ιμάντας 1	0,40	**1 λεπτό**
Ιμάντας 2	0,75	**1 λεπτό**
Ιμάντας 3	0,49	**1 λεπτό**
Ιμάντας 4	0,86	**1 λεπτό**
Ιμάντας 5	0,62	**1 λεπτό**

Τμήμα Gate/Boarding	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης(Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
Counter Queue 1	0,19	**0,3 λεπτά**
Counter Queue 2	0,44	**0,3 λεπτά**

<u>Αποτελέσματα Δυαδικής Πύλης</u>

ON TIME (ΤΙΜΗ 1)		NOT ON TIME (ΤΙΜΗ 0)
489/1000		511/1000
48,9%		51,1%



Συμπεράσματα ανά Τμήμα:

- **Τμήμα Check In:** Παρατηρούμε ότι με τις ρυθμίσεις που έγιναν για την διεξαγωγή του 1ου σεναρίου, δεν επηρεάστηκε σημαντικά η αποδοτικότητα του εν λόγο τμήματος.
- **Τμήμα Passenger Check/Control:** Παρατηρούμε ότι η κατάσταση που είχαμε στο Βασικό Μοντέλο, βελτιώθηκε εξαιρετικά στο κομμάτι του Passenger Check.
- **Τμήμα Baggage Control:** Το τμήμα αυτό δεν παρουσίασε κάποια μεταβολή. Συνεχίζει να λειτουργεί το ίδιο αποδοτικά.
- **Τμήμα Gate/Boarding:** Ομοίως με το τμήμα του Check In, υπάρχουν μηδαμινές μεταβολές σε σχέση με το Βασικό μοντέλο.

Σημαντικά Σημεία:

1. ***Το πρόβλημα που εντοπίστηκε στο βασικό μοντέλο στο τμήμα Passenger Check/Control διορθώθηκε.***
2. ***Η πιθανότητα η πτήση να αναχωρήσει στην ώρα της παρουσίασε αύξηση κατά 1,1%.***

Συμπέρασμα: Το εν λόγω πλάνο προτείνεται στον αποφασίζοντα.

§2 Σενάριο Τμήματος Baggage Control

Το σενάριο αυτό στοχεύει στην μείωση πόρων του τμήματος του Baggage Control, με αφορμή την εξαιρετική αποδοτικότητα του τμήματος, γεγονός που αποτελεί ευκαιρία μείωσης του λειτουργικού κόστους του συστήματος.

Στην παράγραφο αυτή το σενάριο θα χωριστεί σε 2 κομμάτια με διαφορετικό μοντέλο σύγκρισης κάθε φορά:

Α) ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΑΣΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ – ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2

1. **Πρώτο Κομμάτι – Μείωση Υπαλλήλων**
2. **Δεύτερο Κομμάτι – Μείωση Σημείων Εξυπηρέτησης/ Μηχανημάτων**
3. **Τρίτο Κομμάτι – Μείωση Αμφότερων**

Β) ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 1 – ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2

1. **Πρώτο Κομμάτι – Μείωση Υπαλλήλων**
2. **Δεύτερο Κομμάτι – Μείωση Σημείων Εξυπηρέτησης/ Μηχανημάτων**
3. **Τρίτο Κομμάτι – Μείωση Αμφότερων**

Πέρα από την βελτίωση του Βασικού Μοντέλου, με την Σύγκριση Β θα γίνει προσπάθεια δημιουργίας ενός βελτιωμένου μοντέλου το οποίο θα μπορούσε να προταθεί για υλοποίηση στην ενδιαφερόμενη επιχείρηση. Έτσι λοιπόν σε κάθε επερχόμενο σενάριο, πέρα από την σύγκριση του εκάστοτε σεναρίου με το Βασικό Μοντέλο, θα γίνεται σύγκριση κάθε φορά και με το βελτιωμένο μοντέλου που θα προκύπτει μετά από κάθε σενάριο. Έτσι, στο τέλος θα προκύψει ένα σχέδιο δράσης για το σύστημα που μελετάμε. Το σχέδιο αυτό ο ενδιαφερόμενος θα το αξιολογεί με τα δικά του κριτήρια και θα κτίζει την δικιά του στρατηγική βάση αυτού. Αυτό είναι και το αντικείμενο της Συμβουλευτικής Επιχειρήσεων στο κομμάτι των Προσομοιώσεων.

Α) ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΑΣΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ – ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2

1.Πρώτο Κομμάτι – Μείωση Υπαλλήλων

Τα δεδομένα του σεναρίου αυτού είναι τα εξής:

Α/Α	ΤΜΗΜΑ	ΠΟΡΟΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ (Πόστα)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ (Μέσος Όρος)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ
1	Check In	Επιβάτες ~ Check In Agents	5 Counters	2 λεπτά	Εκθετική
2i	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου διαβατηρίων)	Επιβάτες ~ Αστυνομία	5 Πόστα	1 λεπτό	Εκθετική
2ii	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου επιβατών)	Επιβάτες ~ Security Agents	5 σετ X-rays/Αψίδες Ελέγχου	1,5 λεπτό	Εκθετική
3	Διαχωρισμός	Αποσκευές ~ Screener	5 X-rays	1 λεπτό	Εκθετική
4	Gate	Επιβάτες ~ Check In Agents	2 Counters	0.3 λεπτά	Εκθετική
5	Aircraft Handling	Επιβάτες ~ Αποσκευές ~ Εκφορτωτές Αποσκευών ~ Ramp Supervisor ~Πλήρωμα ~ Καθαρισμός ~ Catering ~ Συνεργείο Ανεφοδιασμού	1 Αεροσκάφος	45 λεπτά	-

Πόρος	Αριθμός Βασικού Μοντέλου	Αριθμός 1ου Σεναρίου
Check In Agents	10	10
Police Officers	5	5
Baggage Control	10	6
Security Agents	5	5

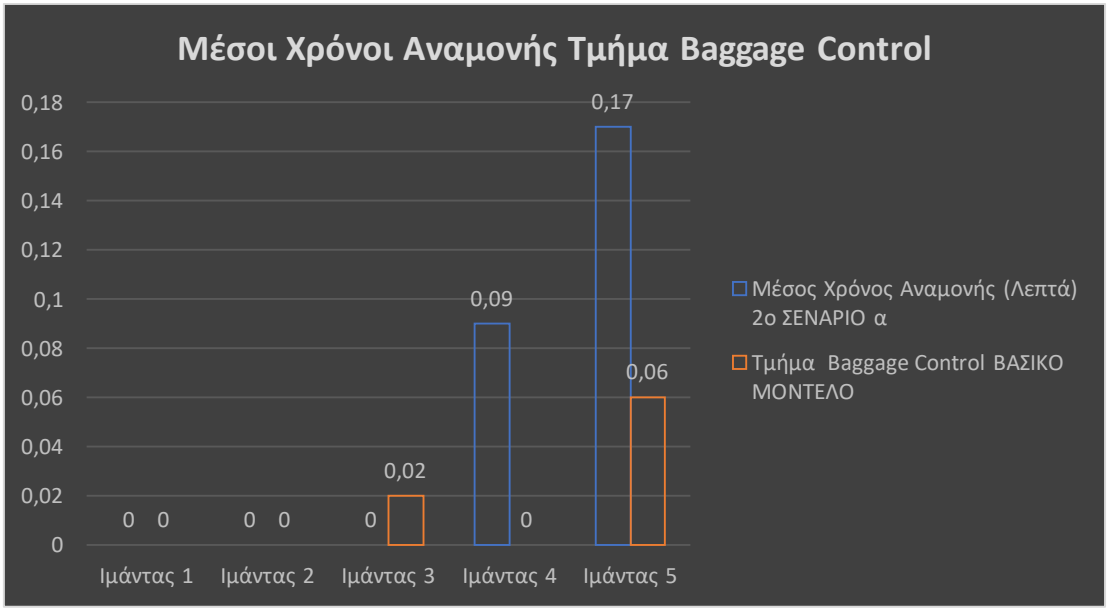
Μετά από επαναλαμβανόμενες δοκιμές, προέκυψε ότι η ελάχιστή επιτρεπτή μείωση προσωπικού για την αποδοτική λειτουργεία του Τμήματος ήταν οι 6 υπάλληλοι. Περαιτέρω αύξηση δημιουργεί μεγάλες καθυστερήσεις στο τμήμα.

Δεδομένου ότι το τμήμα αυτό του Baggage Control δεν σχετίζεται άμεσα με τα τμήματα του Passenger Service που είδαμε παραπάνω, θα μελετήσουμε αυτό το τμήμα μόνο του. Τα αποτελέσματα φαίνονται στην συνέχεια:

Αποτελέσματα Ουρών Αναμονής

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
Ιμάντας 1	0	1
Ιμάντας 2	0	1
Ιμάντας 3	0	1
Ιμάντας 4	0,09	2
Ιμάντας 5	0,17	2

Διαγραμματική Μορφή Αποτελεσμάτων Ουρών Αναμονής



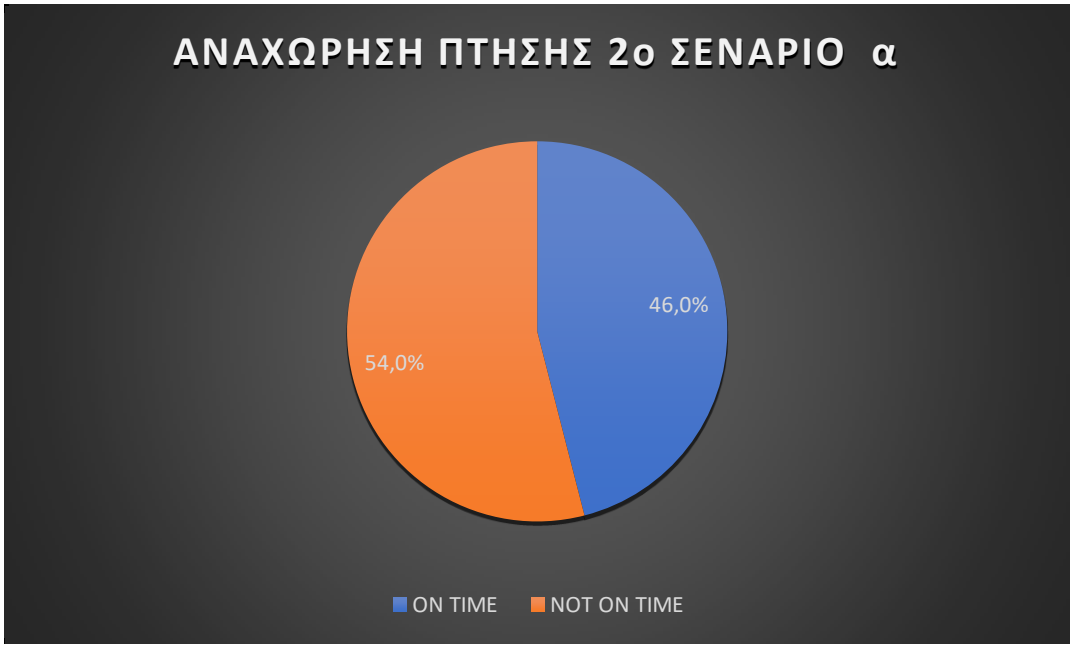
Αποτελέσματα Σημείων Εξυπηρέτησης

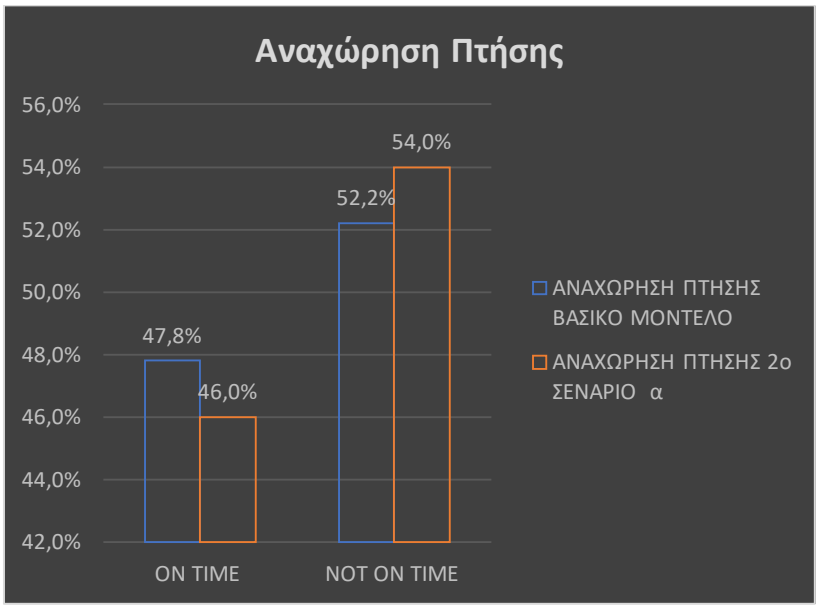
Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης(Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
Ιμάντας 1	0,20	**1 λεπτό**
Ιμάντας 2	0,52	**1 λεπτό**
Ιμάντας 3	1,22	**1 λεπτό**
Ιμάντας 4	1,08	**1 λεπτό**
Ιμάντας 5	0,67	**1 λεπτό**

Ας δούμε όμως και πως μεταβλήθηκε η πιθανότητα αναχώρησης της πτήσης στην ώρα της:

Αποτελέσματα Δυαδικής Πύλης

ON TIME (ΤΙΜΗ 1)		NOT ON TIME (ΤΙΜΗ 0)
460/1000		540/1000
46%		54%





Συμπέρασμα: Η πιθανότητα να αναχωρήσει η πτήση στην ώρα της μειώθηκε κατά 1,8% από το βασικό μοντέλο με διατήρηση της αποδοτικότητας του τμήματος. Όμως με το σχέδιο αυτό πραγματοποιήθηκε μείωση των λειτουργικών εσόδων. Επομένως το πλάνο προτείνεται στο αποφασίζοντα ο οποίος θα κρίνει με βάση τα θέλω του.

2. Δεύτερο Κομμάτι – Μείωση Σημείων Εξυπηρέτησης/ Μηχανημάτων

Τα δεδομένα του σεναρίου αυτού είναι τα εξής:

Α/Α	ΤΜΗΜΑ	ΠΟΡΟΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ (Πόστα)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ (Μέσος Όρος)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ
1	Check In	Επιβάτες ~ Check In Agents	5 Counters	2 λεπτά	Εκθετική
2i	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου διαβατηρίων)	Επιβάτες ~ Αστυνομία	5 Πόστα	1 λεπτό	Εκθετική
2ii	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου επιβατών)	Επιβάτες ~ Security Agents	5 σετ X-rays/Αψίδες Ελέγχου	1,5 λεπτό	Εκθετική
3	Διαχωρισμός	Αποσκευές ~ Screener	**4 X-rays**	1 λεπτό	Εκθετική
4	Gate	Επιβάτες ~ Check In Agents	2 Counters	0.3 λεπτά	Εκθετική
5	Aircraft Handling	Επιβάτες ~ Αποσκευές ~ Εκφορτωτές Αποσκευών ~ Ramp Supervisor ~Πλήρωμα ~ Καθαρισμός ~ Catering ~ Συνεργείο Ανεφοδιασμού	1 Αεροσκάφος	45 λεπτά	-

Πόρος	Αριθμός Βασικού Μοντέλου	Αριθμός 1ου Σεναρίου
Check In Agents	10	10
Police Officers	5	5
Baggage Control	10	10
Security Agents	5	5

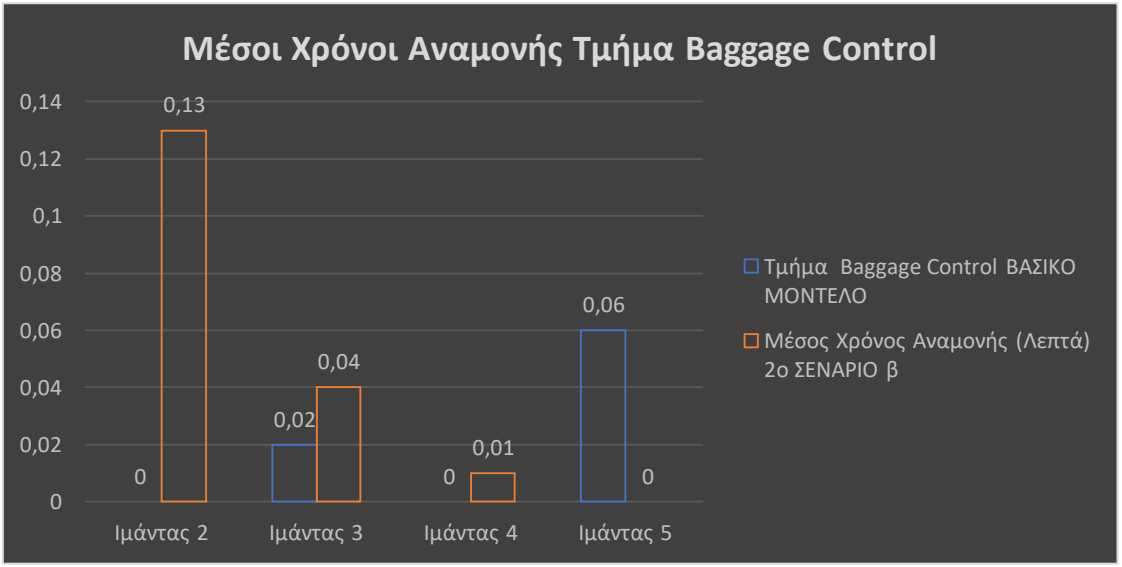
Μειώνουμε τα μηχανήματα X-ray από **5 σε 4** επομένως στο λογισμικό αφαιρούμε ένα σημείο εξυπηρέτησης.

Αποτελέσματα Ουρών Αναμονής

Με «Χ» αναφερόμαστε στο σημείο εξυπηρέτησης που αφαιρέσαμε.

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
Ιμάντας 1	Χ	Χ
Ιμάντας 2	0,13	2
Ιμάντας 3	0,04	1
Ιμάντας 4	0,01	1
Ιμάντας 5	0	1

Διαγραμματική Μορφή Αποτελεσμάτων Ουρών Αναμονής

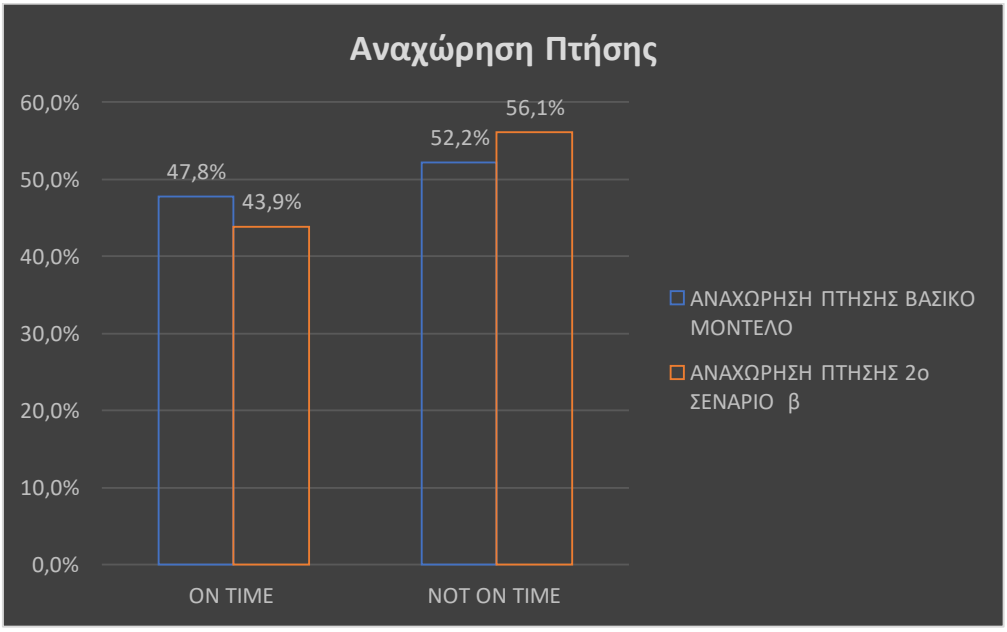


Αποτελέσματα Σημείων Εξυπηρέτησης

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης(Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
Ιμάντας 1	Χ	**1 λεπτό**
Ιμάντας 2	0,23	**1 λεπτό**
Ιμάντας 3	0,57	**1 λεπτό**
Ιμάντας 4	1,23	**1 λεπτό**
Ιμάντας 5	1,06	**1 λεπτό**

Αποτελέσματα Δυαδικής Πύλης

ON TIME (ΤΙΜΗ 1)		NOT ON TIME (ΤΙΜΗ 0)
439/1000		561/1000
43,9%		56,1%



Συμπέρασμα: Τα λειτουργικά έξοδα μειώθηκαν με διατήρηση της αποδοτικότητας του συστήματος ενώ η πιθανότητα η πτήση να αναχωρήσει στην ώρα της μειώθηκε από το βασικό μοντέλο κατά 3,9%. Το σενάριο αυτό προτείνεται στον αποφασίζοντα.

3. Τρίτο Κομμάτι – Μείωση Αμφότερων

Τα δεδομένα του σεναρίου αυτού είναι τα εξής:

Α/Α	ΤΜΗΜΑ	ΠΟΡΟΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ (Πόστα)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ (Μέσος Όρος)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ
1	Check In	Επιβάτες ~ Check In Agents	5 Counters	2 λεπτά	Εκθετική
2i	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου διαβατηρίων)	Επιβάτες ~ Αστυνομία	5 Πόστα	1 λεπτό	Εκθετική
2ii	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου επιβατών)	Επιβάτες ~ Security Agents	5 σετ X-rays/Αψίδες Ελέγχου	1,5 λεπτό	Εκθετική
3	Διαχωρισμός	Αποσκευές ~ Screener	**4 X-rays**	1 λεπτό	Εκθετική
4	Gate	Επιβάτες ~ Check In Agents	2 Counters	0.3 λεπτά	Εκθετική
5	Aircraft Handling	Επιβάτες ~ Αποσκευές ~ Εκφορτωτές Αποσκευών ~ Ramp Supervisor ~Πλήρωμα ~ Καθαρισμός ~ Catering ~ Συνεργείο Ανεφοδιασμού	1 Αεροσκάφος	45 λεπτά	-

Πόρος	Αριθμός Βασικού Μοντέλου	Αριθμός 1ου Σεναρίου
Check In Agents	10	10
Police Officers	5	5
Baggage Control	10	**6**
Security Agents	5	5

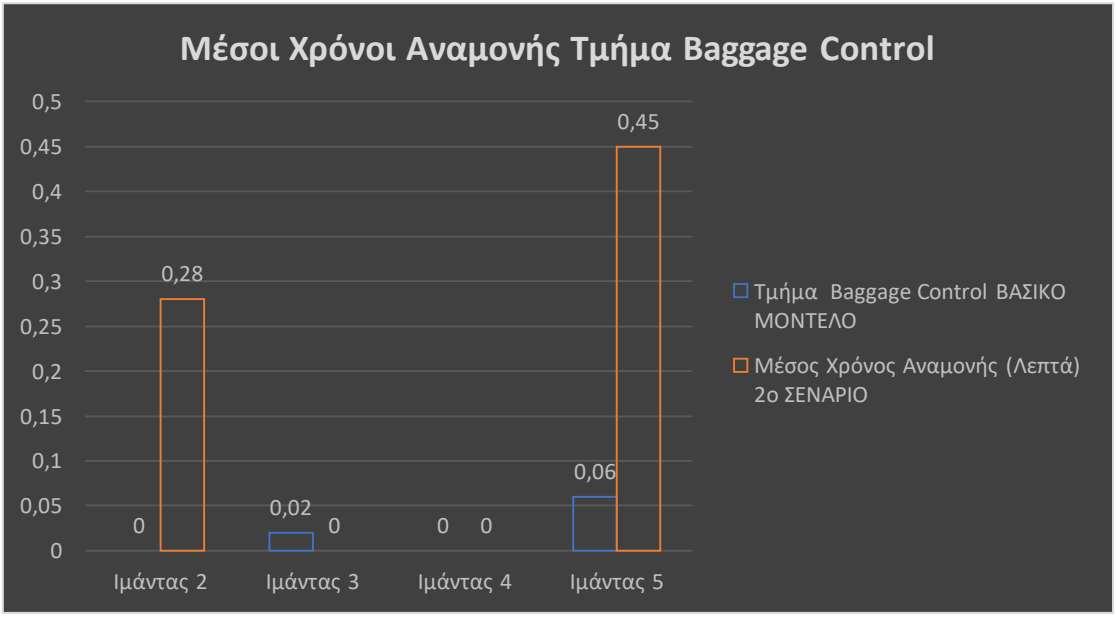
Μειώνουμε τα μηχανήματα X-ray από **5 σε 4** επομένως στο λογισμικό αφαιρούμε ένα σημείο εξυπηρέτησης και επιπλέον μειώνουμε το προσωπικό στους **6 υπαλλήλους**.

Αποτελέσματα Ουρών Αναμονής

Με «Χ» αναφερόμαστε στο σημείο εξυπηρέτησης που αφαιρέσαμε.

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
Ιμάντας 1	Χ	Χ
Ιμάντας 2	0,28	4
Ιμάντας 3	0	1
Ιμάντας 4	0	1
Ιμάντας 5	0,45	3

Διαγραμματική Μορφή Αποτελεσμάτων Ουρών Αναμονής

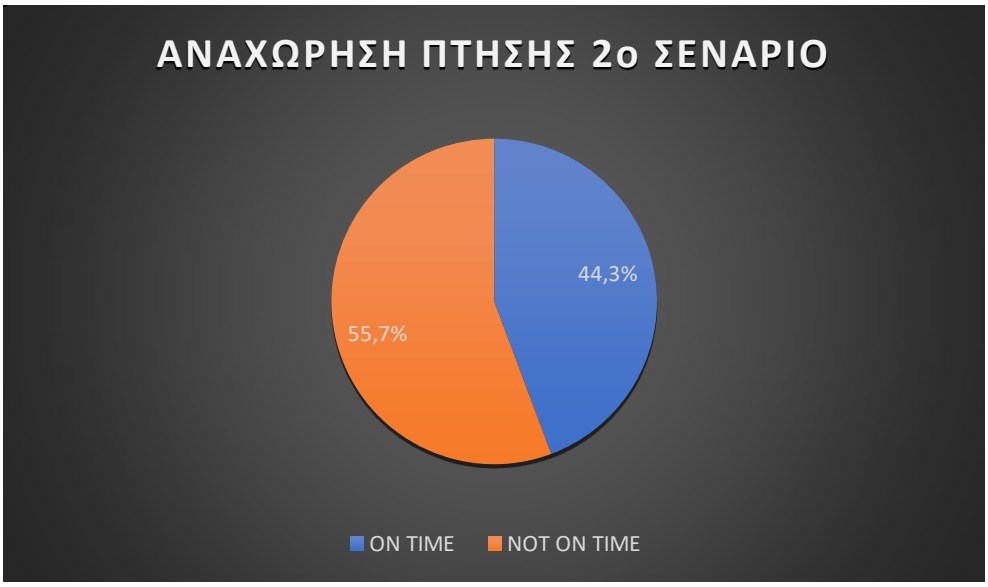


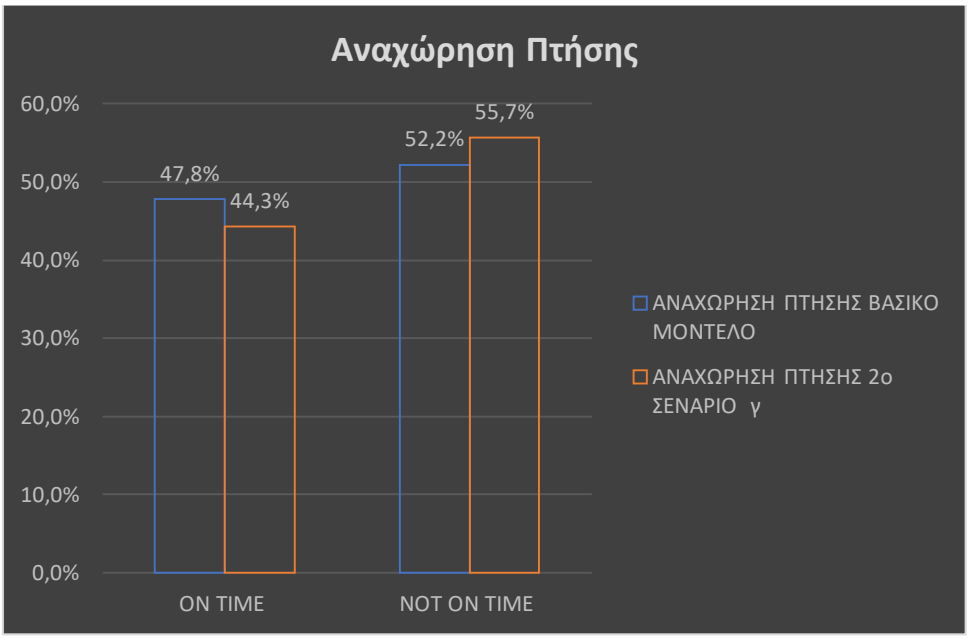
Αποτελέσματα Σημείων Εξυπηρέτησης

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης(Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
Ιμάντας 1	Χ	**1 λεπτό**
Ιμάντας 2	1,28	**1 λεπτό**
Ιμάντας 3	1,39	**1 λεπτό**
Ιμάντας 4	0,86	**1 λεπτό**
Ιμάντας 5	1,24	**1 λεπτό**

Αποτελέσματα Δυαδικής Πύλης

ON TIME (ΤΙΜΗ 1)		NOT ON TIME (ΤΙΜΗ 0)
443/1000		557/1000
44,3%		55,7%





Συμπέρασμα: Η αποδοτικότητα του τμήματος παρουσίασε μικρές διαφορές, το λειτουργικό κόστος μειώθηκε ενώ η πιθανότητα η πτήση να αναχωρήσει στην ώρα της μειώθηκε κατά 3,5%. Το πλάνο αυτό προτείνεται στον αποφασίζοντα.

Β) ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 1 – ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2

Στην συνέχεια θα γίνει όπως έχουμε αναφέρει και στην αρχή της παραγράφου, σύγκριση του Σεναρίου 2 με το Σενάριο 1. Σκοπός είναι η δημιουργία ενός βελτιωμένου μοντέλου, καθώς όπως είδαμε το Σενάριο 1 βελτίωσε την κατάσταση από το Βασικό Μοντέλο. Με την βελτίωση αυτή, στο τέλος θα δημιουργήσουμε ένα στρατηγικό πλάνο με το οποίο θα μπορεί να κατευθυνθεί ο αποφασίζων.

1.Πρώτο Κομμάτι – Μείωση Υπαλλήλων

Τα δεδομένα του σεναρίου αυτού είναι τα εξής:

Α/Α	ΤΜΗΜΑ	ΠΟΡΟΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ (Πόστα)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ (Μέσος Όρος)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ
1	Check In	Επιβάτες ~ Check In Agents	5 Counters	2 λεπτά	Εκθετική
2i	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου διαβατηρίων)	Επιβάτες ~ Αστυνομία	5 Πόστα	1 λεπτό	Εκθετική
2ii	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου επιβατών)	Επιβάτες ~ Security Agents	5 σετ X-rays/Αψίδες Ελέγχου	1,5 λεπτό	Εκθετική
3	Διαχωρισμός	Αποσκευές ~ Screener	5 X-rays	1 λεπτό	Εκθετική
4	Gate	Επιβάτες ~ Check In Agents	2 Counters	0.3 λεπτά	Εκθετική
5	Aircraft Handling	Επιβάτες ~ Αποσκευές ~ Εκφορτωτές Αποσκευών ~ Ramp Supervisor ~Πλήρωμα ~ Καθαρισμός ~ Catering ~ Συνεργείο Ανεφοδιασμού	1 Αεροσκάφος	45 λεπτά	-

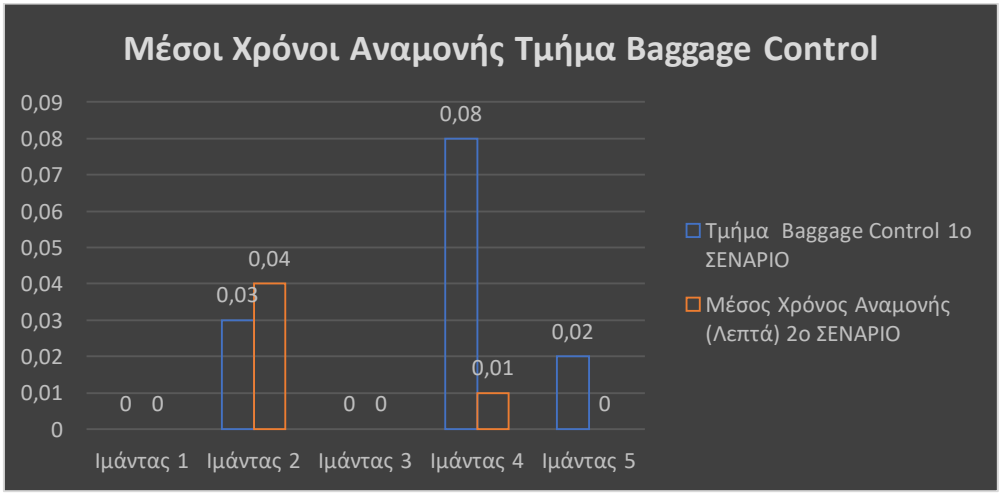
Πόρος	Αριθμός Βασικού Μοντέλου	Αριθμός 1ου Σεναρίου
Check In Agents	10	10
Police Officers	5	5
Baggage Control	10	6
Security Agents	5	6

Αποτελέσματα Ουρών Αναμονή

Βασικός περιορισμός σε αυτό το σενάριο είναι η διατήρηση της απόδοσης του Τμήματος Baggage Control. Γι' αυτό και παρακάτω παρουσιάζονται οι χρόνοι αναμονής του τμήματος αυτού.

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
Ιμάντας 1	0	1
Ιμάντας 2	0,04	1
Ιμάντας 3	0	1
Ιμάντας 4	0,01	1
Ιμάντας 5	0	1

Διαγραμματική Μορφή Αποτελεσμάτων Ουρών Αναμονής

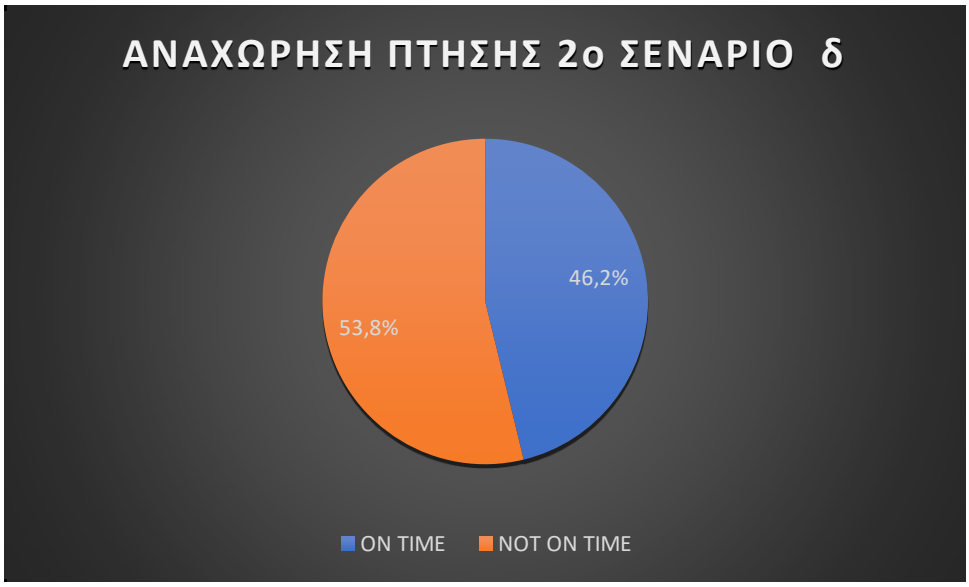


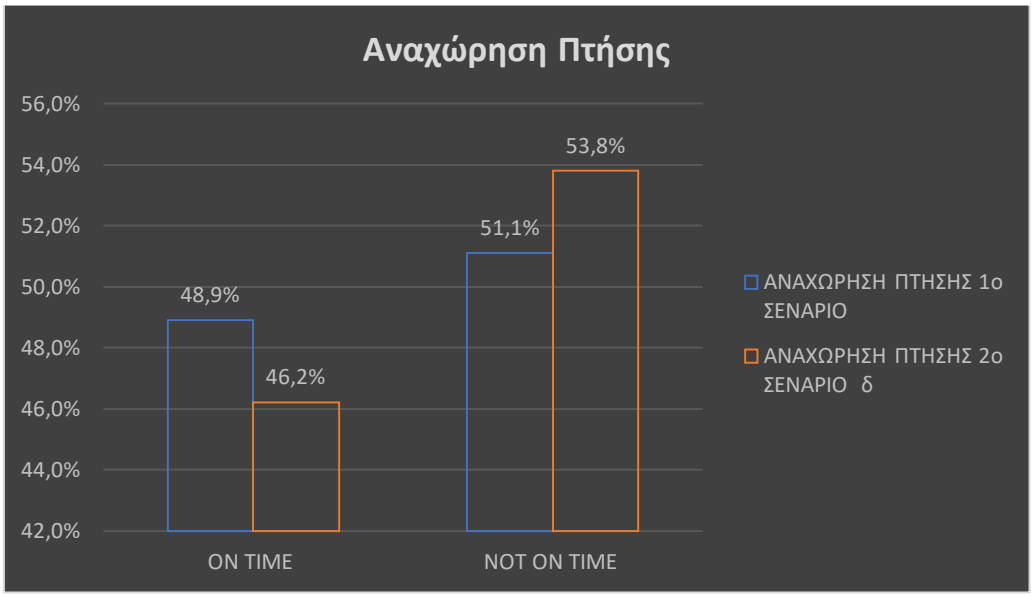
Αποτελέσματα Σημείων Εξυπηρέτησης

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης(Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
Ιμάντας 1	0,14	**1 λεπτό**
Ιμάντας 2	0,21	**1 λεπτό**
Ιμάντας 3	0,86	**1 λεπτό**
Ιμάντας 4	1,25	**1 λεπτό**
Ιμάντας 5	0,36	**1 λεπτό**

Αποτελέσματα Δυαδικής Πύλης

ON TIME (ΤΙΜΗ 1)	<	NOT ON TIME (ΤΙΜΗ 0)
462/1000		538/1000
46,2%		53,8%





Συμπέρασμα: Η επιχείρηση μείωσε τα λειτουργικά της έξοδα από την πλευρά του τμήματος του Baggage Control, διατηρώντας μια ικανοποιητική απόδοση, ενώ αύξησε τα λειτουργικά της έξοδα στο κομμάτι του Passenger Control/Check. Η πιθανότητα αναχώρησης της πτήσης μειώθηκε σε σχέση με το Μοντέλο του Σεναρίου 1 αλλά δεν παύει να είναι μια μεγάλη πιθανότητα σε σχέση με αυτές που έχουμε δει μέχρι τώρα. Επομένως είναι και πάλι στην κρίση του αποφασίζων.

2. Δεύτερο Κομμάτι – Μείωση Σημείων Εξυπηρέτησης/ Μηχανημάτων

Τα δεδομένα του σεναρίου αυτού είναι τα εξής:

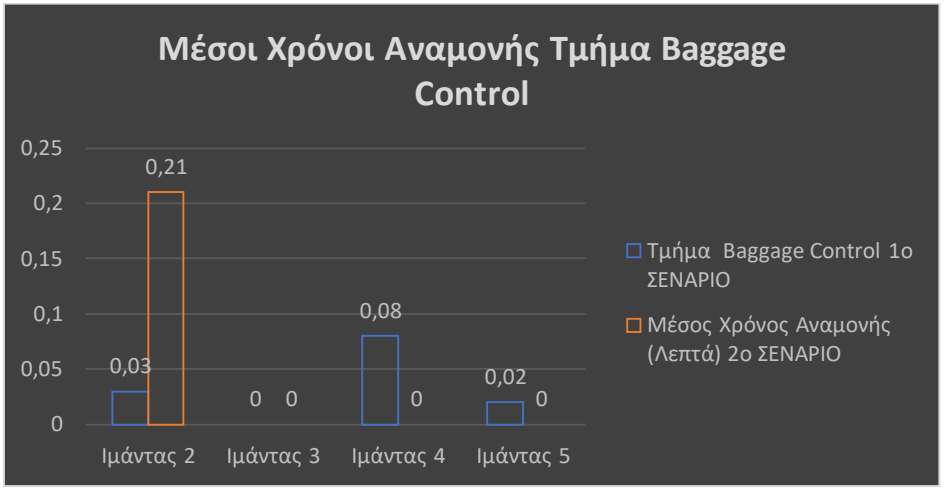
Α/Α	ΤΜΗΜΑ	ΠΟΡΟΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ (Πόστα)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ (Μέσος Όρος)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ
1	Check In	Επιβάτες ~ Check In Agents	5 Counters	2 λεπτά	Εκθετική
2i	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου διαβατηρίων)	Επιβάτες ~ Αστυνομία	5 Πόστα	1 λεπτό	Εκθετική
2ii	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου επιβατών)	Επιβάτες ~ Security Agents	5 σετ X-rays/Αψίδες Ελέγχου	1,5 λεπτό	Εκθετική
3	Διαχωρισμός	Αποσκευές ~ Screener	**4 X-rays**	1 λεπτό	Εκθετική
4	Gate	Επιβάτες ~ Check In Agents	2 Counters	0.3 λεπτά	Εκθετική
5	Aircraft Handling	Επιβάτες ~ Αποσκευές ~ Εκφορτωτές Αποσκευών ~ Ramp Supervisor ~Πλήρωμα ~ Καθαρισμός ~ Catering ~ Συνεργείο Ανεφοδιασμού	1 Αεροσκάφος	45 λεπτά	-

Πόρος	Αριθμός Βασικού Μοντέλου	Αριθμός 1ου Σεναρίου
Check In Agents	10	10
Police Officers	5	5
Baggage Control	10	10
Security Agents	5	**6**

Αποτελέσματα Ουρών Αναμονής

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
Ιμάντας 1	X	X
Ιμάντας 2	0,21	2
Ιμάντας 3	0	1
Ιμάντας 4	0	1
Ιμάντας 5	0	1

Διαγραμματική Μορφή Αποτελεσμάτων Ουρών Αναμονής

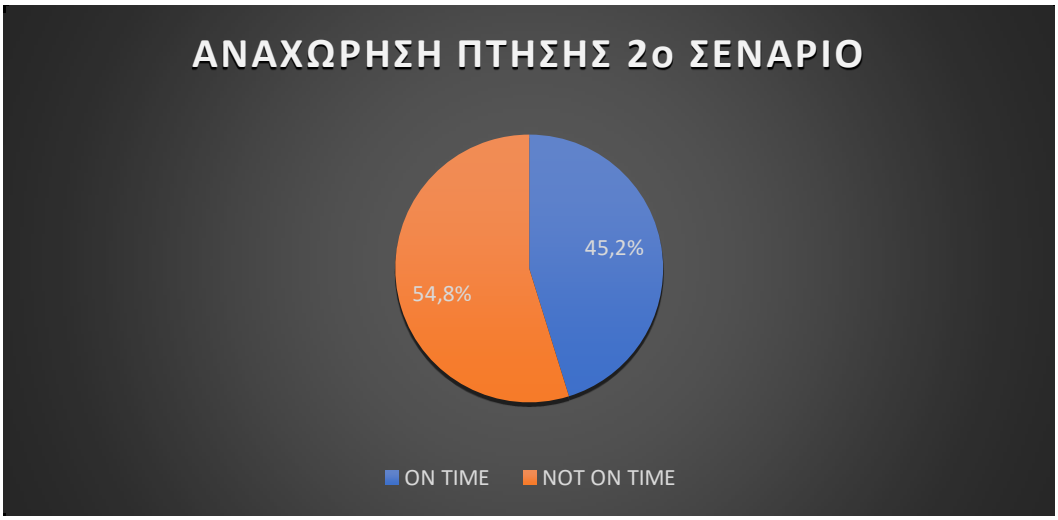


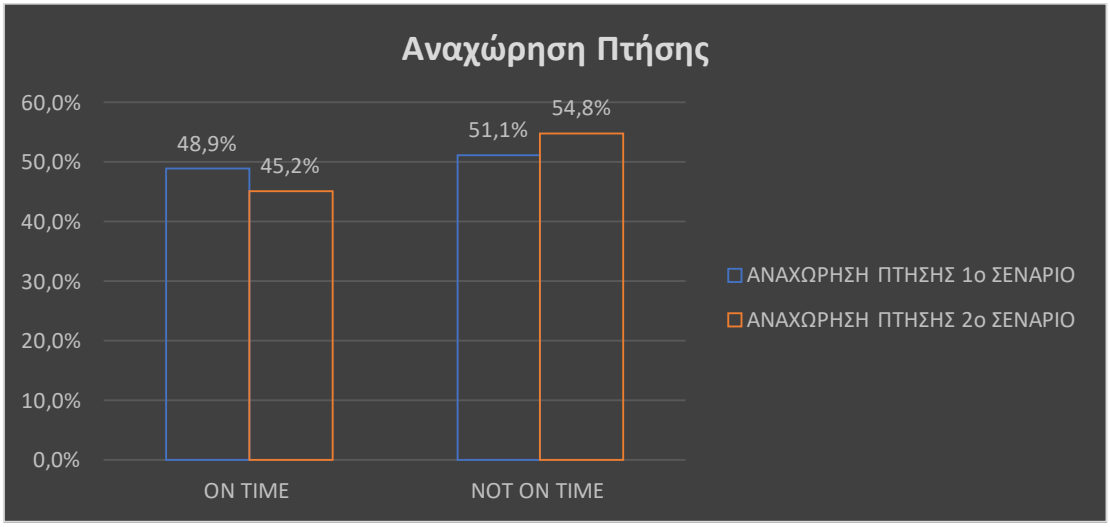
Αποτελέσματα Σημείων Εξυπηρέτησης

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης(Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
Ιμάντας 1	X	**1 λεπτό**
Ιμάντας 2	1,56	**1 λεπτό**
Ιμάντας 3	0,67	**1 λεπτό**
Ιμάντας 4	0,70	**1 λεπτό**
Ιμάντας 5	2,10	**1 λεπτό**

Αποτελέσματα Δυαδικής Πύλης

ON TIME (ΤΙΜΗ 1)	<	NOT ON TIME (ΤΙΜΗ 0)
452/1000		548/1000
45,2%		54,8%





Συμπέρασμα: Η επιχείρηση ομοίως και με την προηγούμενη περίπτωση, μείωσε τα λειτουργικά της έξοδα από την πλευρά του τμήματος του Baggage Control, διατηρώντας μια ικανοποιητική απόδοση, ενώ αύξησε τα λειτουργικά της έξοδα στο κομμάτι του Passenger Control/Check. Η πιθανότητα αναχώρησης της πτήσης μειώθηκε σε σχέση με το Μοντέλο του Σεναρίου 1 αλλά δεν παύει επίσης να είναι μια μεγάλη πιθανότητα σε σχέση με αυτές που έχουμε δει μέχρι τώρα.

3. Τρίτο Κομμάτι – Μείωση Αμφότερων

Τα δεδομένα του σεναρίου αυτού είναι τα εξής:

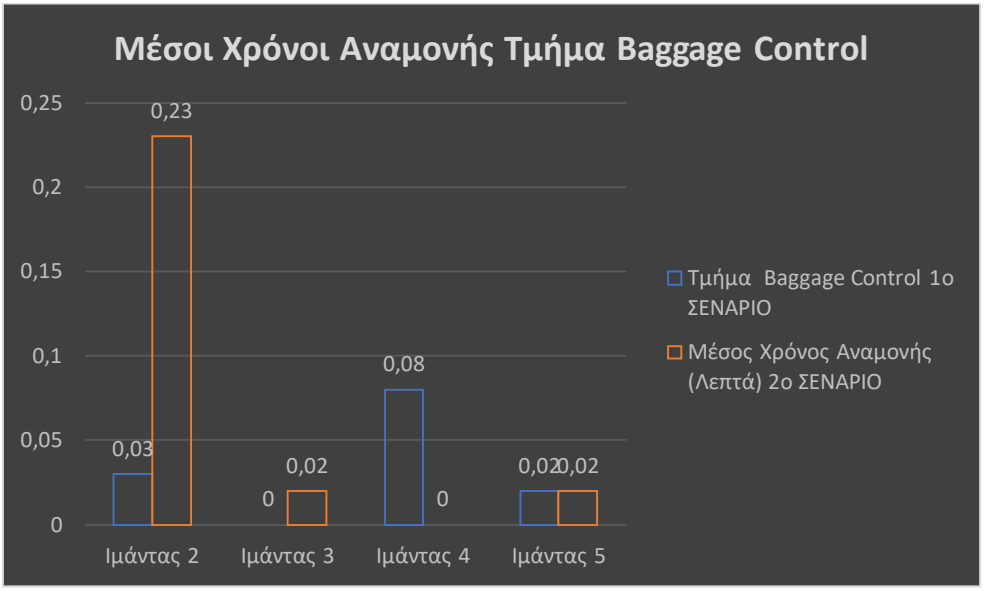
Α/Α	ΤΜΗΜΑ	ΠΟΡΟΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ (Πόστα)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ (Μέσος Όρος)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ
1	Check In	Επιβάτες ~ Check In Agents	5 Counters	2 λεπτά	Εκθετική
2i	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου διαβατηρίων)	Επιβάτες ~ Αστυνομία	5 Πόστα	1 λεπτό	Εκθετική
2ii	Passenger Check/Control (κομμάτι ελέγχου επιβατών)	Επιβάτες ~ Security Agents	5 σετ X-rays/Αψίδες Ελέγχου	1,5 λεπτό	Εκθετική
3	Διαχωρισμός	Αποσκευές ~ Screener	**4 X-rays**	1 λεπτό	Εκθετική
4	Gate	Επιβάτες ~ Check In Agents	2 Counters	0.3 λεπτά	Εκθετική
5	Aircraft Handling	Επιβάτες ~ Αποσκευές ~ Εκφορτωτές Αποσκευών ~ Ramp Supervisor ~Πλήρωμα ~ Καθαρισμός ~ Catering ~ Συνεργείο Ανεφοδιασμού	1 Αεροσκάφος	45 λεπτά	-

Πόρος	Αριθμός Βασικού Μοντέλου	Αριθμός 1ου Σεναρίου
Check In Agents	10	10
Police Officers	5	5
Baggage Control	10	**6**
Security Agents	5	**6**

Αποτελέσματα Ουρών Αναμονής

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Αναμονής (Λεπτά)	Μέγιστο Μήκος ουράς
Ιμάντας 1	X	X
Ιμάντας 2	0,23	3
Ιμάντας 3	0,02	1
Ιμάντας 4	0	1
Ιμάντας 5	0,02	1

Διαγραμματική Μορφή Αποτελεσμάτων Ουρών Αναμονής

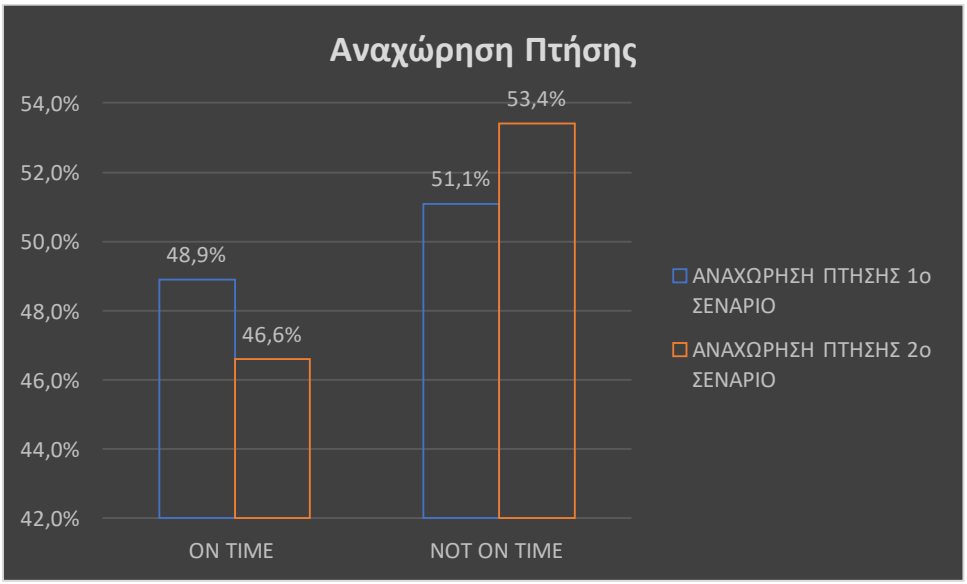


Αποτελέσματα Σημείων Εξυπηρέτησης

Τμήμα Baggage Control	Μέσος Χρόνος Εξυπηρέτησης(Λεπτά)	Προκαθορισμένη Διάρκεια Εξυπηρέτησης
Ιμάντας 1	X	**1 λεπτό**
Ιμάντας 2	1,56	**1 λεπτό**
Ιμάντας 3	0,74	**1 λεπτό**
Ιμάντας 4	0,57	**1 λεπτό**
Ιμάντας 5	1,67	**1 λεπτό**

Αποτελέσματα Δυαδικής Πύλης

ON TIME (ΤΙΜΗ 1)	<	NOT ON TIME (ΤΙΜΗ 0)
466/1000		534/1000
46,6%		53,4%



Συμπέρασμα: Η επιχείρηση ομοίως και με την προηγούμενη περίπτωση, μείωσε τα λειτουργικά της έξοδα από την πλευρά του τμήματος του Baggage Control, διατηρώντας μια ικανοποιητική απόδοση, ενώ αύξησε τα λειτουργικά της έξοδα στο κομμάτι του Passenger Control/Check.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Δημιουργία Πλάνου Δράσης – Δέντρο Αποφάσεων

Στο κεφάλαιο αυτό θα συγκεντρωθούν από την ανάλυση που έγινε στα προηγούμενα κεφάλαια, τα καταλληλότερα σενάρια. Τα σενάρια αυτά θα παρουσιαστούν σε μορφή Δέντρου Αποφάσεων, το οποίο θα αναφέρει αναλυτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε απόφασης/ σεναρίου και που θα παραδοθούν στον ενδιαφερόμενο ώστε να τα μελετήσει και να επιλέξει το κατάλληλο πλάνο δράσης για αυτόν, την προσωπική του ανάγκη και επιλογή.

§1 Επιλογή Κατάλληλων Σεναρίων

Τα εναλλακτικά σενάρια/ αποφάσεις, συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα. Στον πίνακα αναφέρονται επίσης, οι προϋποθέσεις υλοποίησης, το αποτέλεσμα τους καθώς και το αν εγκρίνονται για το δέντρο απόφασης που θα κατασκευάσουμε στην επόμενη παράγραφο.

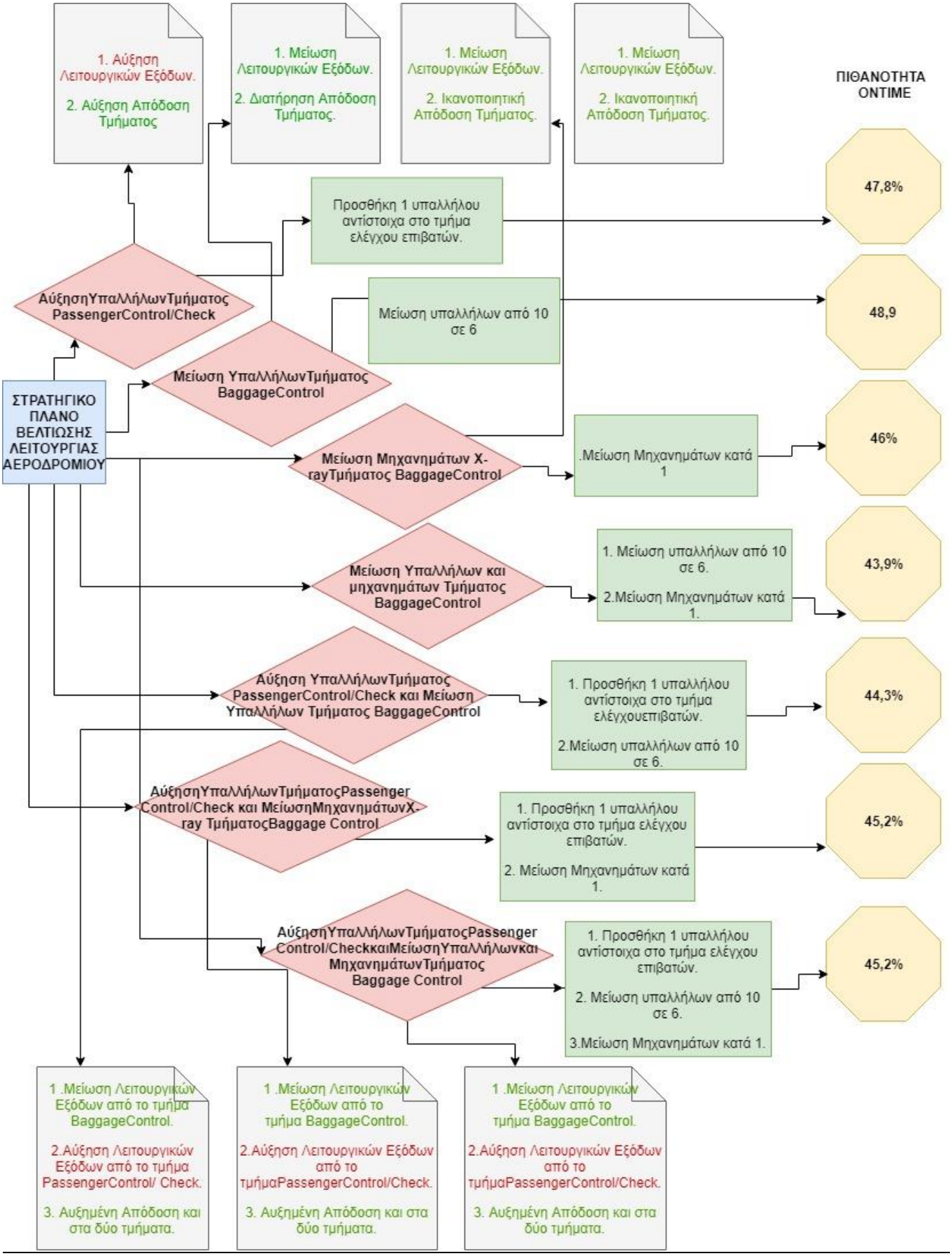
Τίτλος Απόφασης	Απαραίτητες Ενέργειες	Κέρδη και Απώλειες	Αποτέλεσμα Απόφασης ON TIME Πιθανότητα	Έγκριση Επιλογής
Αύξηση Υπαλλήλων Τμήματος Passenger Control/Check	Προσθήκη 1 υπαλλήλου αντίστοιχα στο τμήμα ελέγχου επιβατών.	1. Αύξηση Λειτουργικών Εξόδων. 2. Αύξηση Απόδοση Τμήματος	**47,8%**	**ΝΑΙ**
Μείωση Υπαλλήλων Τμήματος Baggage Control	Μείωση υπαλλήλων από 10 σε 6	1. Μείωση Λειτουργικών Εξόδων. 2. Διατήρηση Απόδοση Τμήματος.	**48,9%**	**ΝΑΙ**
Μείωση Μηχανημάτων X-ray Τμήματος Baggage Control	Μείωση Μηχανημάτων κατά 1	1. Μείωση Λειτουργικών Εξόδων. 2. Ικανοποιητική Απόδοση Τμήματος.	**46%**	**ΝΑΙ**
Μείωση Υπαλλήλων και μηχανημάτων Τμήματος Baggage Control	1. Μείωση υπαλλήλων από 10 σε 6. 2. Μείωση Μηχανημάτων κατά 1.	1. Μείωση Λειτουργικών Εξόδων. 2. Ικανοποιητική Απόδοση Τμήματος.	**43,9%**	**ΝΑΙ**

Αύξηση Υπαλλήλων Τμήματος Passenger Control/Check και Μείωση Υπαλλήλων Τμήματος Baggage Control	1. Προσθήκη 1 υπαλλήλου αντίστοιχα στο τμήμα ελέγχου επιβατών. 2. Μείωση υπαλλήλων από 10 σε 6.	1 .Μείωση Λειτουργικών Εξόδων από το τμήμα Baggage Control. 2.Αύξηση Λειτουργικών Εξόδων από το τμήμα Passenger Control/ Check. 3. Αυξημένη Απόδοση και στα δύο τμήματα.	**44,3%**	**ΝΑΙ**

Τίτλος Απόφασης	Απαραίτητες Ενέργειες	Κέρδη και Απώλειες	Αποτέλεσμα Απόφασης ON TIME Πιθανότητα	Έγκριση Επιλογής
Αύξηση Υπαλλήλων Τμήματος Passenger Control/Check και Μείωση Μηχανημάτων X-ray Τμήματος Baggage Control	1. Προσθήκη 1 υπαλλήλου αντίστοιχα στο τμήμα ελέγχου επιβατών. 2. Μείωση Μηχανημάτων κατά 1.	1 .Μείωση Λειτουργικών Εξόδων από το τμήμα Baggage Control. 2.Αύξηση Λειτουργικών Εξόδων από το τμήμα Passenger Control/ Check. 3. Αυξημένη Απόδοση και στα δύο τμήματα.	**45,2%**	**ΝΑΙ**
Αύξηση Υπαλλήλων Τμήματος Passenger Control/Check και Μείωση Υπαλλήλων και Μηχανημάτων Τμήματος Baggage Control	1. Προσθήκη 1 υπαλλήλου αντίστοιχα στο τμήμα ελέγχου επιβατών. 2. Μείωση υπαλλήλων από 10 σε 6. 3. Μείωση Μηχανημάτων κατά 1.	1 .Μείωση Λειτουργικών Εξόδων από το τμήμα Baggage Control. 2.Αύξηση Λειτουργικών Εξόδων από το τμήμα Passenger Control/ Check. 3. Αυξημένη Απόδοση και στα δύο τμήματα.	**46,6%**	**ΝΑΙ**

Επομένως το δέντρο αποφάσεων θα αποτελείται από 7 κλάδους, δηλαδή 7 διαφορετικές αποφάσεις. Στην επόμενη παράγραφο λοιπόν θα γίνει η σύνθεση του δέντρου αποφάσεων. Το δέντρο αυτό αποτελεί έναν σύμβουλο για τον αποφασίζοντα, σύμφωνα με τον οποίο θα αποφασίσει μια στρατηγική ταιριάζει καλύτερα στο δικό του πλάνο διοίκησης.

§2 Δέντρο Αποφάσεων



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – Επίλογος

Με την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής, έγινε κατανοητή η χρησιμότητα της προσομοίωσης διαδικασιών στην λήψη αποφάσεων. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο αναλυτής, που αναλαμβάνει ένα τέτοιο έργο για έναν αποφασίζοντα, θα πρέπει να κρατάει συμβουλευτικό χαρακτήρα στη σύνθεση του προβλήματος και να μην επιχειρεί να αποφασίσει για τον αποφασίζοντα. Το εργαλείο της προσομοίωσης και της επιχειρησιακής ανάλυσης είναι εργαλεία τα οποία μας βοηθούν να οδηγηθούμε ευκολότερα σε μια πιθανή λύση η οποία είναι βέλτιστη μόνο κατά τον αποφασίζοντα.

Επίσης, μέσω της συγκεκριμένης περίπτωσης (του αεροπορικού χώρου) που μελετήθηκε στα πλαίσια της διατριβής, γίνεται κατανοητό πως η εφαρμογή της μεθόδου της προσομοίωσης έχει εφαρμογή σε πάρα πολλές άλλες περιπτώσεις όπου θέλουμε να οπτικοποιήσουμε και να μελετήσουμε ένα σύστημα με σκοπό την δημιουργία στρατηγικής για το μέλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γ. Πραστάκος. Αθήνα (2005), *"Διοικητική Επιστήμη στην Πράξη". Εκδόσεις Σταμούλης Α.Ε.*

2. Stephen P. Robbins et al. Σύγγραμμα (2012) , *"Διοίκηση Επιχειρήσεων & Αρχές και Εφαρμογές". Εκδόσεις Κρτική*

3. Richard Bronson, Govindasami Naadimuthu. (2010*), "Επιχειρησιακή Έρευνα". Εκδόσεις Κλειδάριθμος.*

4. M.R. Gatersleben. (1999)*, "Analysis and simulation of passenger flows in an airport terminal,".*

5. Rhodes C.L. (1996), *"The Process Simulation Revolution: Thermophysical Property Needs and Concerns".*

6. Marsh K., Satyro M.A. USA (1994), *"Integration of Databases and their Impact on Process Simulation and Design".*

7. Mallya J.U., et al. (1997),*"Parallel Frontal Solver for Large-Scale Process Simulation and Optimization".*

8. R. de Neufville, et al. (2013), "*Airport Systems (Planning, Design and Management)".*

9. M. Bazargan, et al. (2010), *"Airline Operations and Schedulin 2nd Edition".*

ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

1. Ιωάννης Γιαννίκος, Ακαδημαϊκές Σημειώσεις, *"Εισαγωγή στην Επιχειρησιακή Έρευνα"*
2. Ιωάννης Γιαννίκος, Ακαδημαϊκές Σημειώσεις, *"Προσομοίωση Διαδικασιών"*

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

1. https://www.extendsim.com/
2. https://www.wikipedia.com/
3. https://www.ludichart.com/