

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Συστήματα Αναμονής: Η περίπτωση του Συνεργείου
Επισκευής Υπηρεσιακών Οχημάτων του Εθνικού
Κέντρου Άμεσης Βοήθειας (Ε.Κ.Α.Β.)

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΠΑΠΑΣΤΑΜΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΓΙΑΝΝΗΣ ΤΣΟΥΛΦΑΣ

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΙΟΣ, 2018

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
*Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα***

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Συστήματα Αναμονής: Η περίπτωση του Συνεργείου
Επισκευής Υπηρεσιακών Οχημάτων Του Εθνικού Κέντρου
Άμεσης Βοήθειας (Ε.Κ.Α.Β.)**

Εμμανουήλ Παπαστάμος

**Επιβλέπων Καθηγητής
Γιάννης Τσουλφάς**

Μάιος 2018

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Συστήματα Αναμονής: Η περίπτωση του Συνεργείου
Επισκευής Υπηρεσιακών Οχημάτων Του Εθνικού Κέντρου
Άμεσης Βοήθειας (Ε.Κ.Α.Β.)**

Εμμανουήλ Παπαστάμος

**Επιβλέπων Καθηγητής
Γιάννης Τσουλφάς**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στην Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα από τη Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Μάιος 2018

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής αποτελεί η ανάλυση και μελέτη του φαινομένου σχηματισμού ουρών αναμονής σε συστήματα εξυπηρέτησης, εστιάζοντας στην λειτουργία μιας δημόσιας δομής επιφορτισμένης με την συντήρηση και επισκευή οχημάτων ειδικού σκοπού (ασθενοφόρων). Το φαινόμενο του σχηματισμού ουρών αναμονής εμφανίζεται κατά την καθημερινή λειτουργία του Συνεργείου Επισκευής Υπηρεσιακών Οχημάτων του Εθνικού Κέντρου Άμεσης Βοήθειας (Ε.Κ.Α.Β.) και σε κάθε περίπτωση επηρεάζει την λειτουργία όλης της Υπηρεσίας. Ο χρόνος αναμονής, όπως και ο συνολικός χρόνος που δαπανάται εντός τους συστήματος, ουσιαστικά θέτουν τα υπηρεσιακά οχήματα και κυρίως τα ασθενοφόρα εκτός επιχειρησιακής ετοιμότητας, με επακόλουθο την αύξηση του χρόνου αναμονής των ατόμων που έχουν άμεση ανάγκη από υπηρεσίες επείγουσας προνοσοκομειακής φροντίδας ή μεταφοράς στο πλησιέστερο νοσοκομείο ή κάποιον άλλο υγειονομικό σχηματισμό.

Στο πρώτο κεφάλαιο διατυπώνονται κάποια εισαγωγικά στοιχεία για το φαινόμενο σχηματισμού ουρών αναμονής. Στο δεύτερο κεφάλαιο μέσω της ιστορικής αναδρομής και της παράθεσης κάποιων βασικών στοιχείων της θεωρίας των ουρών αναμονής επιχειρείται να αναλυθεί η αναγκαιότητα των συστημάτων αυτών. Στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στην θεωρία της προσομοίωσης και των δυνατοτήτων που μπορεί να παρέχει στην μελέτη ενός πραγματικού συστήματος μέσω της μαθηματικής προσέγγισης. Το τέταρτο κεφάλαιο επικεντρώνεται στην διάρθρωση και λειτουργία του Ε.Κ.Α.Β., εστιάζοντας στο Συνεργείο Επισκευής Υπηρεσιακών Οχημάτων. Καταγράφεται ο τρόπος λειτουργίας, το διαθέσιμο προσωπικό, οι θέσεις εργασίας και γενικότερα αποτυπώνεται η υφιστάμενη κατάσταση, καθώς αυτό κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό για την μελέτη και ανάλυση του φαινομένου σχηματισμού ουρών αναμονής. Το πέμπτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την ανάλυση του φαινομένου για το Συνεργείο με την χρήση δεδομένων που έχουν ληφθεί και εν συνεχεία ακολουθεί ο υπολογισμός των δεικτών απόδοσης του συστήματος. Τέλος, καταγράφονται τα συμπεράσματα, τα οποία συμβάλλουν στην περαιτέρω κατανόηση του φαινομένου σχηματισμού ουρών αναμονής σε μια δημόσια υπηρεσία, που είναι συνυφασμένη με την αμεσότητα και την ταχύτατη ανταπόκριση.

Summary

The purpose of this M.A dissertation is to analyze and study the case of waiting queues in service systems focusing on the operation of a public structure for the maintenance and repair of special purpose vehicles (ambulances). Queue formation occurs during the day-to-day operation of the Service Center for Vehicle Repairs of the Greek National First Aids Center and in any case affects the operation of the entire organization. The waiting time and the total time spent within the system effectively make service vehicles and, in particular, ambulances out of operational readiness, with the consequent increase in waiting time for those who are in immediate need of urgent pre-hospital care or transfer to the nearest hospital or some other health establishment.

In the first chapter some introductory information on the queue formation is discussed. In the second chapter, through the historical retrospective and the introduction of some basic elements of queuing theory, it is attempted to analyze the necessity of these systems. In the third chapter, reference is made to the theory of simulation and the possibilities it can provide in the study of a real system through the mathematical approach. The fourth chapter focuses on the structure and operation of the Greek National First Aids Center focusing on the Service Center for Vehicle Repairs. Several issues are recorder, such as the way of operation, the available staff, the available work places and, in general, the existing situation that is considered particularly important for the study and analysis of queue formation. The fifth chapter includes the analysis of the case for the Service Center using the data obtained and then the calculation of the system performance indicators. Finally, conclusions are drawn, which contribute to a further understanding of the queue formation case in a public service, which should be characterized by directness and rapid response.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Γιάννη Τσουλφά για την πολύτιμη βοήθεια, την καθοδήγηση και τις συμβουλές που μου παρείχε για την υλοποίηση της μεταπτυχιακής διατριβής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την πολύ καλή μου φίλη Σταματούλα Χαλεπά για την φιλολογική επιμέλεια της διατριβής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την σύζυγο μου, Σόνια και τα διδυμάκια μου, Ιωάννα και Μαριλέττα για την συμπαράσταση και την υπομονή, κυρίως, που επέδειξαν τα χρόνια των σπουδών, ελπίζοντας πως θα καταφέρουμε να αναπληρώσουμε τον χρόνο που χάσαμε.

Σε ΑΥΤΟΥΣ που ποτέ δεν έχω πάψει να σκέφτομαι και από κει ψηλά είναι συνεχώς πλάι μου...

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 2: Εισαγωγή στη θεωρία ουρών αναμονής	3
2.1. Ιστορική αναδρομή.....	3
2.2. Το φαινόμενο σχηματισμού ουρών αναμονής.....	4
2.3. Τυπική δομή ενός συστήματος αναμονής.....	6
2.4. Βασικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος αναμονής.....	8
2.4.1. Η πηγή των πελατών.....	8
2.4.2. Η διαδικασία άφιξης των πελατών.....	9
2.4.3. Η πειθαρχία της ουράς.....	10
2.4.4. Η χωρητικότητα του συστήματος.....	11
2.4.5. Ο αριθμός των σημείων εξυπηρέτησης.....	11
2.4.6. Οι φάσεις εξυπηρέτησης.....	12
2.4.7. Ο χρόνος εξυπηρέτησης.....	12
2.5. Σημειογραφία Kendal (Kendal notation).....	13
2.6. Δείκτες απόδοσης συστημάτων αναμονής.....	15
2.7. Μοντέλα ουρών αναμονής).....	16
2.7.1. Το μοντέλο M/M/1 με απεριόριστο μήκος ουράς.....	16
2.7.2. Το μοντέλο M/M/1 με περιορισμένο μήκος ουράς.....	17
2.7.3. Το μοντέλο M/M/1 με περιορισμένο πλήθος πελατών.....	19
2.7.4. Το μοντέλο M/M/s με παράλληλα σημεία εξυπηρέτησης.....	20
2.8. Στατιστικές κατανομές αφίξεων και εξυπηρέτησεων.....	21
2.8.1. Η κατανομή Poisson.....	21
2.8.2. Η εκθετική κατανομή.....	22
Κεφάλαιο 3: Προσομοίωση	24
3.1. Ορισμοί.....	25
3.2. Φάσεις στην διαδικασία προσομοίωσης.....	26
3.3. Μοντέλα προσομοίωσης.....	27
3.4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προσομοίωσης.....	29
Κεφάλαιο 4: Το Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας (Ε.Κ.Α.Β.)	31
4.1. Γενικές πληροφορίες	32
4.2. Διάρθρωση του Ε.Κ.Α.Β. σε πανελλαδικό επίπεδο.....	33
4.3. Μέσα διακομιδών ασθενών και λοιπά οχήματα του Ε.Κ.Α.Β.....	35
4.4. Διάρθρωση της Κεντρικής Υπηρεσίας του Ε.Κ.Α.Β.....	38

4.5. Το συνεργείο επισκευής υπηρεσιακών οχημάτων της Κεντρικής Υπηρεσίας του	
Ε.Κ.Α.Β.....	39
4.5.1. Υποδομές, εγκαταστάσεις και εξοπλισμός.....	39
4.5.2. Προσωπικό.....	41
4.5.3. Εκτελούμενες εργασίες.....	43
4.5.4. Τρόπος λειτουργίας του συνεργείου.....	45
Κεφάλαιο 5: Μεθοδολογία και έρευνα.....	49
5.1. Μέθοδος διεξαγωγής της έρευνας.....	49
5.2. Διεξαγωγή της έρευνας.....	49
Κεφάλαιο 6 Αποτελέσματα.....	52
6.1. Ανάλυση.....	51
6.2. Αποτελέσματα.....	60
Κεφάλαιο 7: Επίλογος.....	65
Βιβλιογραφία.....	67
Γλωσσάριο.....	69
Παράρτημα.....	70

Πίνακας πινάκων

Πίνακας 1. Αντιστοιχία εννοιών πελάτη και σταθμού εξυπηρέτησης σε έννοιες του πραγματικού κόσμου για διάφορα πεδία εφαρμογής των συστημάτων αναμονής.....	7
Πίνακας 2. Ανάλυση συμβόλων.....	14
Πίνακας 3. Φάσεις στην διαδικασία προσομοίωσης.....	26
Πίνακας 4. Κατανομή επίγειων και πτητικών μέσων E.K.A.B.....	35
Πίνακας 5. Προσωπικό Συνεργείου Επισκευής Υπηρεσιακών Οχημάτων της Κεντρικής Υπηρεσίας του E.K.A.B.....	41
Πίνακας 6. Κατανομή επίγειων μέσων E.K.A.B.	45
Πίνακας 7. Στατιστικά στοιχεία ετήσιων διελεύσεων υπηρεσιακών οχημάτων από το Συνεργείο του E.K.A.B.....	46
Πίνακας 8. Εναλλαγή ομάδων εργασίας τεχνικού και λοιπού προσωπικού Συνεργείου E.K.A.B.....	47
Πίνακας 9. Μέρος καταχωρήσεων στο λογιστικό φύλλο "Δεδομένα" της εφαρμογής Microsoft Excel.....	50
Πίνακας 10. Μέρος καταχωρήσεων στο λογιστικό φύλλο "Μονή ομάδα εργασίας" της εφαρμογής Microsoft Excel.....	53
Πίνακας 11. Μέρος καταχωρήσεων στο λογιστικό φύλλο "Διπλή ομάδα εργασίας" της εφαρμογής Microsoft Excel.....	54
Πίνακας 12. Σύνοψη αποτελεσμάτων δεικτών απόδοσης Συνεργείου E.K.A.B. για κάθε μια ομάδα εργασίας.....	62

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1. Γενική μορφή ενός συστήματος αναμονής.....	6
Εικόνα 2. Συστήματα με μια ή περισσότερες θέσεις εξυπηρέτησης.....	12
Εικόνα 3. Εξίσωση υπολογισμού χρόνου μεταξύ διαδοχικών αφίξεων.....	55
Εικόνα 4. Εξίσωση υπολογισμού χρόνου μεταξύ διαδοχικών αφίξεων σε λεπτά.....	55
Εικόνα 5. Εξίσωση υπολογισμού χρόνου αναμονής πριν την έναρξη των εργασιών.....	56
Εικόνα 6. Εξίσωση υπολογισμού χρόνου αναμονής πριν την έναρξη των εργασιών σε λεπτά	
Εικόνα 7. Εξίσωση υπολογισμού του συνολικού χρόνου εργασιών σε λεπτά.....	56
Εικόνα 8. Εξίσωση υπολογισμού του συνολικού χρόνου παραμονής στο σύστημα.....	57
Εικόνα 9. Εξίσωση υπολογισμού του συνολικού χρόνου παραμονής στο σύστημα.....	58
Εικόνα 10. Εξίσωση υπολογισμού του μέσου χρόνου ενδιάμεσων αφίξεων στο σύστημα....	58
Εικόνα 11. Εξίσωση υπολογισμού του μέσου χρόνου εξυπηρετήσεων.....	59

Πίνακας σχημάτων

Σχήμα 1. Γενική μορφή ενός συστήματος αναμονής.....	7
Σχήμα 2. Τύποι μοντέλων προσομοίωσης.....	27

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Η αναμονή για εξυπηρέτηση ενός υποκειμένου από ένα σύστημα είναι μια ιδιαίτερα δυσάρεστη εμπειρία, η οποία παρουσιάζει σημαντική έξαρση σε περιπτώσεις που γίνεται χρήση τεχνολογικών μέσων. Ο συνωστισμός και γενικότερα η αναμονή σε ουρές επιδρούν αρνητικά στους πελάτες (απώλεια χρόνου, εκνευρισμός, κόπωση, ανατροπές προγραμματισμού, κόστος κ.τ.λ.). Η επίδραση της κατάστασης αυτής είναι εξίσου αρνητική και για τους εξυπηρετητές, που είναι επιφορτισμένοι με την εξυπηρέτηση, καθώς εκτός των προαναφερθέντων αρνητικών επιπτώσεων, οι ουρές επιβαρύνουν το σύστημα και με πρόσθετα λειτουργικά κόστη. Όλοι μας και μάλιστα σε καθημερινή βάση, είμαστε υποχρεωμένοι να περιμένουμε σε κάποιου είδους ουρά.

Οι ουρές αναμονής δημιουργούνται όταν η δυναμικότητα ενός συστήματος δεν καθίσταται ικανή να καλύψει την ζήτηση. Η έλλειψη σε πόρους εξυπηρέτησης (ανθρώπινο δυναμικό, τεχνολογική υποδομή, χωροταξική υποδομή) συντελεί στη δημιουργία ουρών αναμονής. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που ενώ οι δυνατότητες ενός συστήματος είναι επαρκείς, η επίδραση παραγόντων, όπως η χρονική τυχαιότητα στην προσέλευση των πελατών και η μεταβλητότητα του χρόνου εξυπηρέτησης, συνεισφέρουν στον σχηματισμό ουρών αναμονής. Οι πελάτες εισέρχονται στο σύστημα συνήθως σε τυχαίες στιγμές και παράλληλα ο χρόνος που απαιτείται για την εξυπηρέτησή τους δεν είναι σταθερός, με επακόλουθο να προκαλείται αβεβαιότητα στο αποτέλεσμα. Τα φαινόμενα, που παρουσιάζουν αβεβαιότητα στο αποτέλεσμα ονομάζονται στοχαστικά και αποτελούν αντικείμενο μελέτης στην θεωρία ουρών αναμονής.

Η αξιοποίηση των πόρων και η αναμονή σε ουρές αποτελεί φαινόμενο που συναντάται καθημερινώς στη σύγχρονη κοινωνία. Η ανάλυση και η πρόβλεψη της συμπεριφοράς ενός συστήματος είναι μείζονος σημασίας καθώς μπορεί να συνδεθεί άμεσα με την βιωσιμότητα μιας επιχείρησης. Η καλύτερη κατανομή των πόρων μπορεί να επιφέρει

μείωση των χρόνων αναμονής και εξυπηρέτησης, κάτι που τελικώς θα εξοικονομήσει πολύτιμους πόρους από μια επιχείρηση και θα συνεισφέρει στην ταχύτερη αλλά και αποτελεσματικότερη εξυπηρέτηση των πελατών, βελτιώνοντας δείκτες όπως είναι η ικανοποίηση και ο βαθμός πιστότητας προς αυτή.

Η παρούσα διατριβή επιχειρεί μέσα από τη βιβλιογραφία να προσεγγίσει το φαινόμενο του σχηματισμού ουρών αναμονής στο Συνεργείο Επισκευών και Συντήρησης μια δημόσιας υπηρεσίας. Γίνεται μια σύντομη αναφορά στην εμφάνιση και ιστορική εξέλιξη των φαινομένων σχηματισμού ουρών αναμονής. Ακολουθεί η ανάλυση του φαινομένου, η περιγραφή της δομής και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών ενός συστήματος αναμονής, καθώς και ο προσδιορισμός των δεικτών απόδοσης, τα μοντέλα που εφαρμόζονται στις περισσότερες περιπτώσεις και τέλος, πραγματοποιείται αναφορά στις δυο κύριες κατανομές που βρίσκουν εφαρμογή στην πράξη. Εν συνεχεία, αναλύεται το Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας με ιδιαίτερη αναφορά στο Συνεργείο επισκευής υπηρεσιακών οχημάτων. Το κυρίως τμήμα της διατριβής επικεντρώνεται στην διαχείριση και αντιμετώπιση του φαινομένου σχηματισμού ουρών αναμονής που εμφανίζονται κατά την προσέλευση των οχημάτων για την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης ή και επισκευής. Καταστάσεις όπως, η μη τήρηση του προγραμματισμού προσέλευσης, η εμφάνιση έκτακτων και απρόβλεπτων καταστάσεων, ο γηρασμένος στόλος με την υψηλή συχνότητα βλαβών αποτελούν αιτίες σχηματισμού ουρών αναμονής. Οπότε, κατά το χρονικό διάστημα παραμονής στο Συνεργείο, τα οχήματα αυτομάτως καθίστανται επιχειρησιακά ανενεργά και έτσι μειώνεται ο αριθμός των υπολοίπων ενεργών με τελικό αποτέλεσμα την αύξηση του χρόνου, που απαιτείται για την αντιμετώπιση των εκτάκτων περιστατικών.

Κεφάλαιο 2

Εισαγωγή στη Θεωρία Ουρών Αναμονής

2.1 Ιστορική αναδρομή

Η τεχνολογική εξέλιξη που σημειώθηκε με την έλευση της βιομηχανικής επανάστασης οδήγησε στην επικράτηση τεχνολογικών μέσων για την υποβοήθηση της ανθρώπινης δραστηριότητας στους τομείς της παραγωγής υπηρεσιών και προϊόντων. Αποτέλεσμα της χρήσης των τεχνολογικών μέσων ήταν η εμφάνιση καθυστερήσεων στην εξυπηρέτηση, με τα πρώτα φαινόμενα ουρών αναμονής να κάνουν την εμφάνιση στα τηλεφωνικά δίκτυα των αρχών του 20^{ου} αιώνα. Σε ένα τέτοιο μοντέλο ουράς, οι πελάτες είναι οι τηλεφωνικές κλήσεις, οι εξυπηρετητές είναι οι διαχειριστές κλήσεων (τηλεφωνητές) και οι ουρές σχηματίζονται από τον συνωστισμό των τηλεφωνικών κλήσεων προς εξυπηρέτηση.

Η πρώτη συστηματική προσπάθεια ανάλυσης τέτοιων φαινομένων έγινε από τον Δανό μαθηματικό, στατιστικολόγο και μηχανικό Agner Kragup Erlang το έτος 1909 με την μελέτη *"The Theory of Probabilities and Telephone Conversations"* που αφορούσε τις καθυστερήσεις εξυπηρέτησης από το τηλεφωνικό δίκτυο της Κοπεγχάγης. Στις ώρες αιχμής παρατηρήθηκε ότι ο τηλεφωνητής αδυνατούσε να διαχειριστεί όλες τις εισερχόμενες κλήσεις με αποτέλεσμα την καθυστέρηση στην εξυπηρέτηση των πελατών. Η προσπάθεια του, αρχικά επικεντρώθηκε στην μελέτη μιας θέσης εξυπηρέτησης. Το έτος 1917 άρχισε η συστηματική μελέτη περισσότερων θέσεων εξυπηρέτησης με την δημοσίευση από τον Erlang της εργασίας *"Solutions of some problems in the theory of Probabilities of significance in Automatic Telephone Exchanges"*. Η έρευνα του Erlang κατέδειξε ότι ο μέσος αριθμός αφίξεων των τηλεφωνικών κλήσεων ακολουθεί την κατανομή Poisson, ενώ οι χρόνοι εξυπηρέτησης την εκθετική.

Η έρευνα του Erlang συνεχίστηκε αργότερα, το έτος 1927 από τον E.C. Molina με τη δημοσίευση της μελέτης *"Application of the Theory of Probability to Telephone trunking problems"* και ένα χρόνο αργότερα από τον Thornton Fry με τη μελέτη *"Probability and its engineering users"*. Η έρευνα πάνω στην θεωρία ουρών αναπτυσσόταν αργά έως τον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο, αλλά στη συνέχεια με την αυξανόμενη επικράτηση νέων τεχνολογιών ως μέσων υποβοήθησης κάθε είδους δραστηριοτήτων, παρουσίασε σημαντική ανάπτυξη και επεκτάθηκε σε άλλα γενικότερα προβλήματα ουρών

Στην δεκαετία του 1950 η τεχνολογική επανάσταση σε συνδυασμό με την νέα στάση του κόσμου προς την εφαρμοσμένη επιστήμη οδήγησε στην περαιτέρω ανάπτυξη της θεωρίας ουρών. Η ανάπτυξη ισχυρών υπολογιστικών μηχανών και η καθολική επικράτηση των πληροφοριακών συστημάτων υποστήριξε σημαντικά το επιστημονικό πεδίο της θεωρίας ουρών.

2.2 Το φαινόμενο σχηματισμού ουρών αναμονής

Ο σχηματισμός ουρών είναι ένα φαινόμενο που εμφανίζεται σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η θεωρία των ουρών αναμονής επικεντρώνεται στην ανάλυση και μελέτη καταστάσεων κατά τις οποίες οι πελάτες προσέρχονται σε ένα σύστημα για εξυπηρέτηση με τυχαίο τρόπο και παράλληλα η εξυπηρέτηση τους πραγματοποιείται από τους εξυπηρετητές με μεταβλητό ρυθμό. Στην σημερινή εποχή, η θεωρία των ουρών αναμονής (queuing theory) αποτελεί κλάδο των εφαρμοσμένων μαθηματικών και ιδιαίτερα των πιθανοτήτων και της Επιχειρησιακής Έρευνας (E.E.).

Το φαινόμενο εμφανίζεται όταν η ζήτηση για εξυπηρέτηση από ένα σύστημα είναι μεγαλύτερη από την υφιστάμενη δυναμικότητα του συστήματος. Το σύστημα μπορεί να είναι οτιδήποτε παράγει προϊόντα ή υπηρεσίες, συνδέεται με άμεση ή έμμεση ανθρώπινη δραστηριότητα και εξυπηρετεί πελάτες. Η τυχειότητα τόσο στην προσέλευση των πελατών, όσο και στην εξυπηρέτηση τους, σε συνδυασμό με τις δυνατότητες του συστήματος μπορεί να επιφέρει συνωστισμό, καθυστερήσεις και τελικώς σχηματισμό ουρών αναμονής. Οι πελάτες ενός συστήματος δύναται να είναι φυσικά πρόσωπα (π.χ. ασθενείς νοσοκομείου), αντικείμενα (π.χ. αεροπλάνα σε ένα αεροδρόμιο), ακόμα και άυλα στοιχεία (πακέτα δεδομένων σε δρομολογητές του διαδικτύου).

Ο προσδιορισμός της δυναμικότητας ενός συστήματος είναι πολύ εύκολος, όταν η προσέλευση των πελατών γίνεται με σταθερό ρυθμό (π.χ. αυτόματη γραμμή παραγωγής μιας βιομηχανικής μονάδας) ενώ από την άλλη είναι αρκετά πολύπλοκος, όταν η άφιξη γίνεται σε τυχαίους χρόνους (π.χ. αυτοκίνητα προς επισκευή σε ένα συνεργείο).

Οι ουρές, όπως αυτές καταγράφονται στην βιβλιογραφία ως αναπόσπαστο στοιχείο της καθημερινότητας μας, μπορεί να αναφέρονται σε ροές κυκλοφορίας (αυτοκίνητα, αεροπλάνα, άνθρωποι, επικοινωνίες), σχεδιασμό (ασθενείς σε νοσοκομεία, εργασίες σε μηχανήματα, λογισμικά πληροφορικής) και σχεδιασμό υποδομών (τράπεζες, πολυκαταστήματα, θεματικά ψυχαγωγικά πάρκα, ταχυφαγεία).

Κατά την μελέτη ενός συστήματος ουράς επιδιώκεται η βελτίωση του, με την χρήση κατάλληλων τρόπων τροποποίησης του. Για παράδειγμα, ο ρυθμός αφίξεων του πληθυσμού πελατών σε ένα σύστημα μπορεί να είναι τόσο μεγάλος, ώστε να δημιουργούνται τεράστιες ουρές, με αποτέλεσμα μεγάλους χρόνους αναμονής ανά πελάτη. Επίσης, ο ρυθμός αύξησης της προσέλευσης στο σύστημα να είναι σχετικά μικρός και έτσι οι εξυπηρετητές να είναι σε αδράνεια για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα.

Η τροποποίηση του συστήματος μπορεί να πραγματοποιηθεί σε κάποιον από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Αφίξεις. Αποκλεισμός ορισμένων κατηγοριών πελατών, εφαρμογή διαδικασίες προγραμματισμού επίσκεψης (ραντεβού) κ.τ.λ.
- Εξυπηρέτηση. Αύξηση των θέσεων εργασίας (εξυπηρετητές), τυποποίηση της εργασίας μέσω σχετικής εκπαίδευσης, χρήση νέων τεχνολογιών, διεύρυνση ωραρίου εξυπηρέτησης κ.τ.λ.
- Επιλογή των πελατών προς εξυπηρέτηση. Προτεραιότητα σε πελάτες των οποίων η εξυπηρέτηση απαιτεί μικρό χρόνο ή άλλη περίπτωση προτεραιότητα σε πελάτες των οποίων η παραμονή στο σύστημα για μεγάλο χρονικό διάστημα δημιουργεί υψηλό κόστος.

Η δυναμικότητα συνδέεται άρρηκτα και με το γενικότερο λειτουργικό κόστος του συστήματος. Οι υψηλές δυνατότητες εξυπηρέτησης εξαλείφουν τα προβλήματα σχηματισμού ουρών, επιβαρύνουν όμως το σύστημα με υψηλότερα λειτουργικά κόστη. Στην αντίθετη κατεύθυνση, ένα σύστημα χαμηλής δυναμικότητας ευνοεί το σχηματισμό

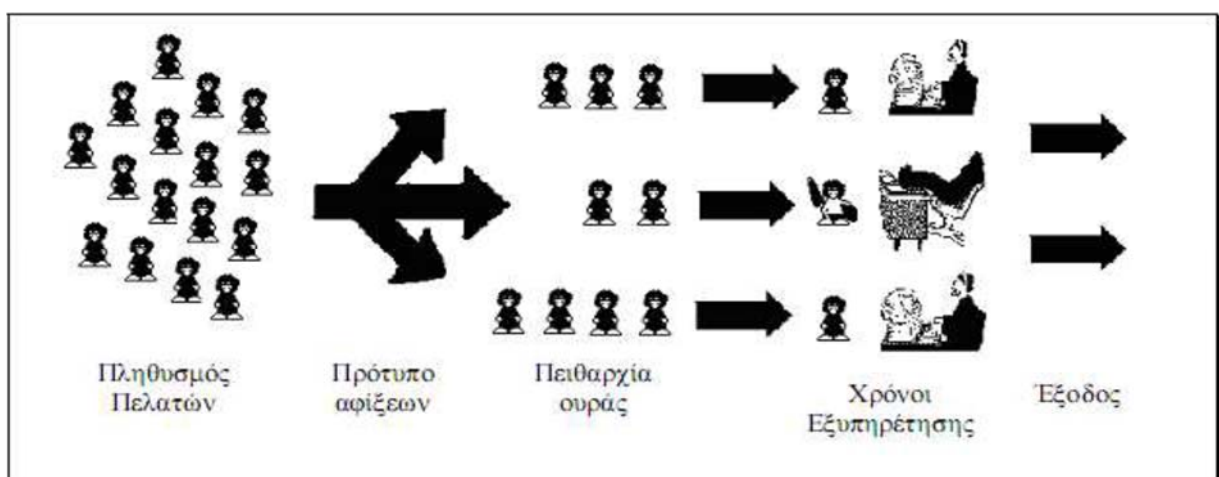
ουρών επιβαρύνοντας έτσι το σύστημα με πρόσθετα κόστη (π.χ. διαρροή πελατών, φήμη, απώλειες εσόδων κ.τ.λ.).

Αντικειμενικός σκοπός της θεωρίας ουρών είναι η ανάλυση και η επίλυση τέτοιου είδους προβλημάτων με τη χρήση μαθηματικών προτύπων και εναλλακτικών μεθόδων όπως είναι η χρήση μεθόδων προσομοίωσης.

2.3 Τυπική δομή ενός Συστήματος Αναμονής

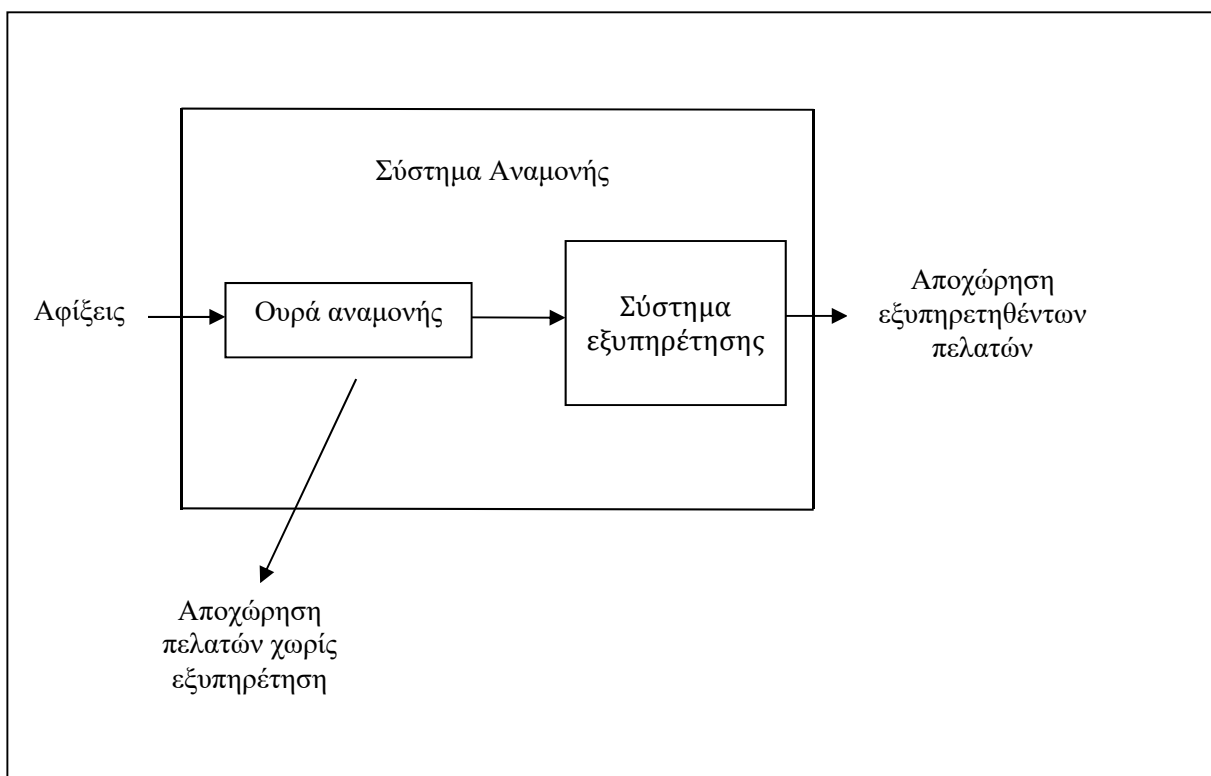
Ένα τυπικό σύστημα ουράς περιλαμβάνει την άφιξη του πελάτη σε ένα σύστημα, την αναμονή, την εξυπηρέτηση και τελικώς την αποχώρηση του.

Πιο συγκεκριμένα, ένας πληθυσμός πελατών εισέρχεται σε κάποιο σύστημα με σκοπό να εξυπηρετηθεί. Η προσέλευση γίνεται με κάποιο πρότυπο αφίξεων και αν διαπιστωθεί ότι όλοι οι εξυπηρετητές είναι απασχολημένοι, τότε οι πελάτες επιλέγουν είτε να αποχωρήσουν ή να παραμείνουν σε ουρά αναμονής μέχρι να εξυπηρετηθούν. Αναλόγως του προτύπου πειθαρχίας της ουράς, ακολουθεί η εξυπηρέτηση τους από ένα ή περισσότερους σταθμούς εξυπηρέτησης σε χρονικό διάστημα βασιζόμενο και πάλι σε κάποιο πρότυπο. Τέλος, οι πελάτες εξέρχονται οριστικά από το σύστημα ή εισέρχονται και πάλι στον πληθυσμό πελατών, αναλόγως της φύσης των ζητούμενων υπηρεσιών.



Εικόνα 1. Γενική μορφή ενός συστήματος αναμονής (πηγή: Tanner M. 1995: 37)

ή ομοίως



Σχήμα 1. Γενική μορφή ενός συστήματος αναμονής

Οι όροι *πελάτης* και *σύστημα εξυπηρέτησης* αντιμετωπίζονται ως έννοιες του πραγματικού κόσμου, για διάφορα πεδία αναμονής των συστημάτων αναμονής (Δεμέστιχας, 2013: 3-4). Έτσι, πελάτης δεν είναι μόνο μια ανθρώπινη οντότητα αλλά οποιαδήποτε μονάδα ή υποκείμενο χρήζει υπηρεσιών εξυπηρέτησης από κάποιο σύστημα. Κατά τρόπο όμοιο, το σύστημα εξυπηρέτησης μπορεί να περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους σταθμούς εξυπηρέτησης. Οι σταθμοί αυτοί αναλόγως του πεδίου εφαρμογής μπορεί να είναι διατεταγμένοι παράλληλα ή εν σειρά και αναφέρονται όπως και παραπάνω τόσο σε ανθρώπους όσο και υλικά και άυλα στοιχεία. Κατά την παράλληλη διάταξη, επιτρέπεται η ταυτόχρονη εξυπηρέτηση πολλών πελατών (π.χ. ταμεία τραπεζικού καταστήματος) και κατά την εν σειρά, αυτή γίνεται σε διαδοχικούς σταθμούς εξυπηρέτησης (π.χ. γραμμή συναρμολόγησης αυτοκινήτου).

Σύστημα Αναμονής	Πελάτες	Σταθμός Εξυπηρέτησης
Τράπεζες	Πελάτες	Υπάλληλοι
Δημόσιες Υπηρεσίες	Πολίτες	Υπάλληλοι
Αεροδρόμια	Επιβάτες	Υπάλληλοι

	Αεροσκάφη	Αεροδιάδρομοι
Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα	Αιτήσεις για εξυπηρέτηση (αιτήσεις για κλήση)	Τηλεπικοινωνιακά κανάλια
Υπολογιστικά Συστήματα	Εργασίες	Επεξεργαστές
Οδικά δίκτυα	Οχήματα	Φωτεινοί σηματοδότες

Πίνακας 1. Αντιστοιχία εννοιών πελάτη και σταθμού εξυπηρέτησης σε έννοιες του πραγματικού κόσμου, για διάφορα πεδία εφαρμογής των συστημάτων αναμονής (πηγή: Δεμέστιχας Π. 2013: 4)

2.4 Βασικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος αναμονής

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά ενός τυπικού συστήματος αναμονής είναι τα ακόλουθα:

1. Η πηγή των πελατών
2. Η διαδικασία άφιξης των πελατών (πρότυπο αφίξεων)
3. Η πειθαρχία της ουράς
4. Η χωρητικότητα του συστήματος
5. Ο αριθμός των σημείων εξυπηρέτησης
6. Οι φάσεις εξυπηρέτησης
7. Ο χρόνος εξυπηρέτησης

2.4.1 Η πηγή των πελατών

Ο πληθυσμός από τον οποίο προέρχονται οι αφίξεις των πελατών μπορεί να είναι άπειρος (π.χ. πελάτες τράπεζας) ή πεπερασμένος (π.χ. μηχανές προς επισκευή σε μια βιομηχανία). Όταν ο αριθμός των πελατών που εξυπηρετούνται ή αναμένουν σε ουρά είναι μικρό ποσοστό του συνόλου των δυνητικών πελατών, τότε το σύστημα θεωρείται ανοικτό και ο πληθυσμός λογίζεται ως άπειρος. Αντίθετα, στην περίπτωση που ο πληθυσμός των πελατών εντός του συστήματος επηρεάζει το ρυθμό άφιξης νέων πελατών, το σύστημα αναφέρεται ως κλειστό και ο πληθυσμός ως πεπερασμένος. Γενικότερα, κατά την μελέτη προβλημάτων σε συστήματα αναμονής, ο πληθυσμός των υποψήφιων πελατών θεωρείται άπειρος.

2.4.2 Η διαδικασία άφιξης των πελατών

Ο τρόπος με τον οποίο καταφθάνουν οι πελάτες σε ένα σύστημα καθορίζει την διαδικασία αφίξεων ή όπως αλλιώς συνηθίζεται να αναφέρεται, το πρότυπο αφίξεων.

Διακρίνονται δυο τύποι αφίξεων:

1. Κανονικές αφίξεις ή προγραμματισμένες
2. Τυχαίες αφίξεις

Στην πρώτη περίπτωση η άφιξη των πελατών πραγματοποιείται ατομικά σε καθορισμένα και σταθερά χρονικά διαστήματα με αποτέλεσμα να παρατηρείται πολύ μικρή ή και καθόλου συμφόρηση. Χαρακτηριστικότερο παράδειγμα κανονικών αφίξεων αποτελούν οι αυτοματοποιημένες γραμμές παραγωγής και συναρμολόγησης σε βιομηχανικές μονάδες.

Αντίθετα, οι τυχαίες αφίξεις συναντώνται πιο συχνά έχοντας πρακτική εφαρμογή στην καθημερινότητα. Στις τυχαίες αφίξεις οι πελάτες καταφθάνουν ανεξάρτητα από άλλους και κατά τρόπο ανομοιόμορφο σε μη καθορισμένα χρονικά διαστήματα. Ανομοιόμορφες αφίξεις προκαλούν συμφόρηση στο σύστημα με επακόλουθο την αύξηση των χρόνων αναμονής και εξυπηρέτησης. Συνηθέστερα, στις τυχαίες αφίξεις απαντώνται τα ακόλουθα:

- Άφιξη των πελατών σε τυχαία χρονική στιγμή που συνήθως χαρακτηρίζεται από τον μέσο αριθμό αφίξεων στη μονάδα του χρόνου (π.χ. πελάτες ανά ώρα)
- Άφιξη των πελατών με καθυστέρηση
- Άφιξη των πελατών μεμονωμένα ή κατά ομάδες
- Άφιξη των πελατών που μεταβάλλεται κατά την πάροδο του χρόνου

Συνήθως, δυο είναι τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται στην θεωρία ουρών για τον προσδιορισμό των αφίξεων. Η κατανομή αφίξεων κατά Poisson και η εκθετική.

Σημαντικό όμως παράγοντας που επιδρά καθοριστικά στην άφιξη είναι οι συνήθειες των πελατών (Οικονόμου και Γεωργίου, 2005: 63-66). Οι πελάτες προσερχόμενοι σε ένα σύστημα μπορεί να επηρεαστούν από την επικρατούσα κατάσταση (μεγάλη ουρά) και να αποφασίσουν να μην εισέλθουν καν (balking) ή ακόμα αν εισέλθουν, αλλά εξαιτίας της παραμονής αρκετής ώρας λαμβάνουν την απόφαση για αποχώρηση (reneging). Επίσης, συνηθίζεται η μεταπήδηση (jockeying) από μια ουρά σε μια άλλη όταν ο πελάτης έχει την

πεποίθηση ότι θα επιταχυνθεί η εξυπηρέτηση του. Τέλος, σύνηθες φαινόμενο αποτελεί η άφιξη των πελατών κατά ομάδες (bulk arrivals).

Οι προαναφερόμενες συνήθειες καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την συμπεριφορά των πελατών χωρίς ωστόσο να μετριούνται σε απόλυτες τιμές, καθιστώντας έτσι δύσκολη την πρόβλεψη και μελέτη τους με τη χρήση μαθηματικών μοντέλων. Ως παράγοντες συνδεδεμένοι με την ψυχολογία και την ανθρώπινη συμπεριφορά προσεγγίζονται με όρους θεωρητικούς και όχι ποσοτικούς, οπότε οποιαδήποτε προσπάθεια ένταξης στην φύση του προβλήματος είναι πρακτικά αδύνατη.

2.4.3 Η πειθαρχία της ουράς

Η ουρά σε ένα σύστημα σχηματίζεται από το πλήθος των πελατών σε αναμονή μέχρι την εξυπηρέτηση τους. Οι κανόνες προτεραιότητας στην εξυπηρέτηση συνίσταται στον τρόπο επιλογής από την ουρά και ονομάζονται πειθαρχία ουράς. Οι πιο κοινοί τρόποι εξυπηρέτησης είναι (Willing, 1999: 5):

- FIFO (First In First Out) ή FCFS (First Come, First Served). Πρώτος αφικνούμενος - πρώτος εξυπηρετούμενος. Η εξυπηρέτηση βασίζεται στην προτεραιότητα άφιξης και με βάση αυτή ο πελάτης που εισέρχεται πρώτος σε μια ουρά θα είναι και ο πρώτος που θα εξέλθει (π.χ. πελάτες τραπεζικού καταστήματος).
- LIFO (Last In First Out) ή LCFS (Last Come, First Served). Τελευταίος αφικνούμενος - πρώτος εξυπηρετούμενος. Η εξυπηρέτηση βασίζεται στην προτεραιότητα που δίνεται στον πιο πρόσφατο χρόνο άφιξης και με βάση αυτή ο πελάτης που εισέρχεται τελευταίος σε μια ουρά θα είναι και ο πρώτος που θα εξέλθει (π.χ. έξοδος αυτοκίνητων από οχηματαγωγό πλοίο).
- FIRO (First In Random Out). Ο πρώτος αφικνούμενος πελάτης εξυπηρετείται τυχαία.
- SIRO (Service In Random Out). Εξυπηρέτηση πελατών κατά τρόπο τυχαίο.
- PS (Priority Scheduling). Προτεραιότητες. Οι πελάτες χωρίζονται σε κατηγορίες με διαφορετικές προτεραιότητες. Με βάση αυτό τον διαχωρισμό υπάρχουν οι ακόλουθες κατηγορίες προτεραιοτήτων:
 - Απλή προτεραιότητα (non preemptive). Με την ολοκλήρωση της εξυπηρέτησης ενός πελάτη ακολουθεί η εξυπηρέτηση του επόμενου πελάτη υψηλής προτεραιότητας.

- Απόλυτη προτεραιότητα (preemptive). Ο πελάτης υψηλής προτεραιότητας εισερχόμενος σε ένα σύστημα, εξυπηρετείται, άμεσα και αν κάποιος άλλος βρίσκεται υπό εξυπηρέτηση. Με τον τρόπο διακόπτεται προσωρινά η εξυπηρέτηση του πελάτη χαμηλής προτεραιότητας και αρχίζει πάλι μετά την έξοδο του πελάτη υψηλής προτεραιότητας.
- R-R (Round Robin). Οι πελάτες εξυπηρετούνται με βάση το μοντέλο FCFS για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Εφόσον το χρονικό διάστημα παρέλθει ο πελάτης εκτοπίζεται και οδηγείται στο τέλος της ουράς με την εξυπηρέτηση να συνεχίζεται για τον επόμενο πελάτη από το προηγούμενο σημείο διακοπής.

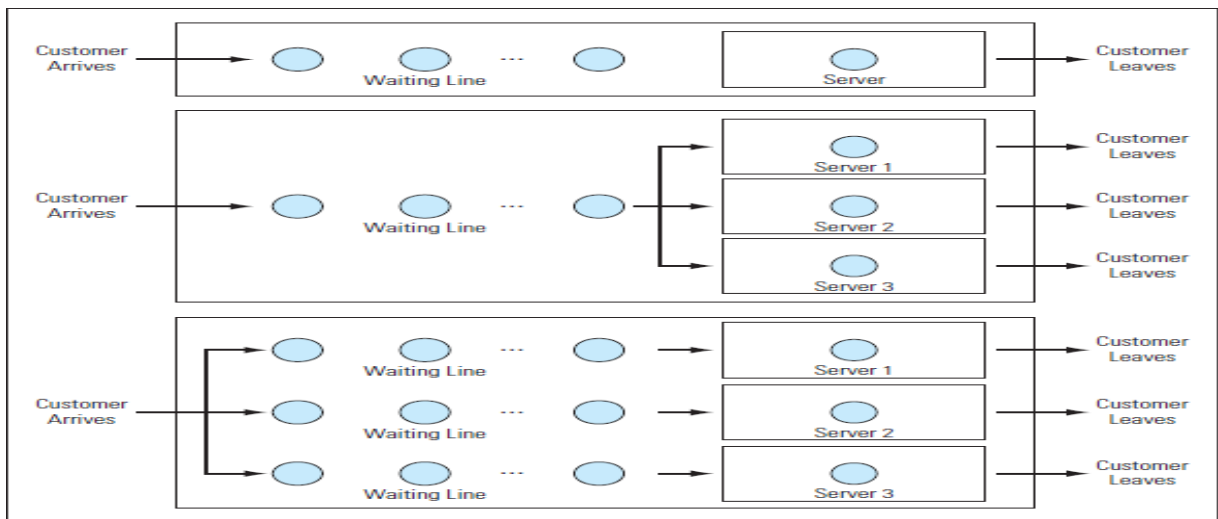
Το μέγεθος της ουράς αναμονής είναι ένα εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό και μπορεί να είναι άπειρο ή πεπερασμένο με καθορισμένη χωρητικότητα. Μια ουρά με άπειρη χωρητικότητα πρακτικά σημαίνει ότι όποιος προσέρχεται μπορεί να περιμένει. Αντίθετα, σε ουρά πεπερασμένου μεγέθους, αν έχουν καλυφθεί όλες οι θέσεις αναμονής, τότε ο πελάτης δεν δύναται να εισέρθει στο σύστημα.

2.4.4 Η χωρητικότητα του συστήματος

Η χωρητικότητα του συστήματος αναφέρεται στον μεγαλύτερο αριθμό πελατών που μπορεί να δεχθεί το σύστημα. Σε ορισμένα συστήματα υπάρχουν φυσικοί περιορισμοί ως προς το χώρο αναμονής, οπότε μόλις η ουρά φτάσει σε ένα συγκεκριμένο μήκος δεν γίνονται δεκτοί άλλοι πελάτες, μέχρι να ολοκληρωθεί η εξυπηρέτηση των προηγούμενων και να αδειάσει ο χώρος αναμονής. Το σύστημα στην περίπτωση αυτή ονομάζεται πεπερασμένης χωρητικότητας. Αντιθέτως, σε ένα σύστημα μία ουρά με περιορισμένο χώρο αναμονής μπορεί να θεωρηθεί ως ουρά αναγκαστικής αποχώρησης πελατών (balking), αφού ο πελάτης δεν βρίσκει χώρο.

2.4.5 Ο αριθμός των σημείων εξυπηρέτησης

Ο όρος συνήθως αναφέρεται στον αριθμό των παράλληλων θέσεων εξυπηρέτησης. Μπορεί να υπάρχει μια θέση εξυπηρέτησης αλλά και περισσότερες σε παράλληλη διάταξη για την εξυπηρέτηση των πελατών από μια μόνο ή περισσότερες ουρές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εξυπηρέτηση σε μια τράπεζα. Οι πελάτες αναμένουν σε μια ουρά, η πειθαρχία καθορίζεται από το μηχανισμό έκδοσης αριθμών προτεραιότητας και η εξυπηρέτηση γίνεται από υπαλλήλους που εργάζονται παράλληλα.



Εικόνα 2. Συστήματα με μια ή περισσότερες θέσεις εξυπηρέτησης (πηγή: <https://www.chegg.com/homework-help/consider-three-queuing-configurations-shown-figure-132-confi-chapter-13-problem-1qp-solution-9781133169536-exc>)

2.4.6 Οι φάσεις εξυπηρέτησης

Η εξυπηρέτηση ενός πελάτη από ένα σύστημα μπορεί να συντελείται σε μια φάση (μονοφασική) ή σε περισσότερες (πολυφασική). Κατά την πολυφασική εξυπηρέτηση απαιτείται η διαδοχική προσέλευση του πελάτη σε περισσότερα του ενός σημεία εξυπηρέτησης εντός του ίδιου συστήματος και ενδεχομένως η αναμονή κάθε φορά σε ξεχωριστή ουρά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα πολυφασικής εξυπηρέτησης αποτελεί όλη η διαδικασία που ακολουθείται κατά την διάρκεια ενός αεροπορικού ταξιδιού (έλεγχος εισιτηρίου, παράδοση αποσκευών, έλεγχου προσωπικών εγγράφων, επιβίβαση). Αξίζει να σημειωθεί ότι σε περιπτώσεις πολυφασικής εξυπηρέτησης ιδίως στην βιομηχανική παραγωγή, εφαρμόζεται η διαδικασία της ανατροφοδότησης. Με την εφαρμογή της διαδικασίας του ποιοτικού ελέγχου στα διάφορα στάδια της παραγωγής, εντοπίζονται προϊόντα μη συμμορφούμενα με τις προδιαγραφές και επιστρέφονται (αν είναι εφικτό) σε προηγούμενο στάδιο για επανακατεργασία.

2.4.7 Ο χρόνος εξυπηρέτησης

Βασικό χαρακτηριστικό ενός συστήματος αναμονής είναι ο χρόνος που αναλώνει ένας εξυπηρετητής για την εξυπηρέτηση ενός ή περισσότερων πελατών, στη μονάδα του χρόνου. Αυτό μπορεί να περιγράφεται και ως ρυθμός εξυπηρέτησης. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου ο χρόνος εξυπηρέτησης είναι σταθερός και αυστηρά καθορισμένος (π.χ. αυτοματοποιημένη γραμμή μιας βιομηχανίας). Σε πολλές, όμως, άλλες περιπτώσεις, ο χρόνος αυτός παρουσιάζει μεταβλητότητα και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και

επομένως με την χρήση κάποιου μαθηματικού μοντέλου δίνεται η δυνατότητα υπολογισμού του. Συνήθως, χρησιμοποιείται η εκθετική κατανομή για τον υπολογισμό του χρόνου με μέση τιμή $1/\mu$.

Αν, T είναι ο χρόνος που απαιτείται για μια εξυπηρέτηση, τότε το T είναι τυχαία μεταβλητή και η πιθανότητα ο χρόνος αυτός να είναι μικρότερος ή ίσος από μια δεδομένη τιμή t , υπολογίζεται από τη σχέση:

$$P(T \leq t) = 1 - e^{-\mu t} \quad (2.1)$$

Όπου μ είναι ο μέσος αριθμός πελατών που εξυπηρετούνται στη μονάδα χρόνου.

2.5 Σημειογραφία Kendal (Kendal notation)

Για την περιγραφή των συστημάτων αναμονής καθιερώθηκε η χρήση σημειογραφίας από τον Βρετανό στατιστικό David G. Kendall (1953), γνωστή ως Kendall notation.

Αρχικά, η σημειογραφία περιορίστηκε στη χρήση τριών συμβόλων, $A/B/C$ (Kendal, 1953: 338– 354). Στη συνέχεια όμως ο συμβολισμός επεκτάθηκε με τη χρήση επιπλέον συμβόλων και κάθε σύστημα μπορεί να περιγραφεί από μια ακολουθία έξι γραμμάτων-αριθμών:

A/S/c/K/N/D, όπου:

A: Το πρότυπο αφίξεων πελατών (χρόνος μεταξύ αφίξεων)

S: Το πρότυπο εξυπηρέτησης (κατανομή χρόνου εξυπηρέτησης)

c: Ο αριθμός εξυπηρετητών (παράλληλα)

K: Η χωρητικότητα του συστήματος δηλ. ο μέγιστος αριθμός πελατών που μπορεί να φιλοξενήσει το σύστημα

N: Το πλήθος των πελατών

D: Η πειθαρχία της ουράς.

Οι κατανομές των μεταξύ των αφίξεων χρόνων και των χρόνων εξυπηρέτησης μπορεί να είναι οι ακόλουθες (Kleinrock, 1975: 6):

- **M:** Εκθετική (Exponential)
- **E_k:** Erlang-k
- **H_k:** Υπερεκθετική με παράμετρο k

- **D:** Κανονική ή Ντετερμινιστική (Dedeterministic)
- **G:** Γενική (General)

Το σύμβολο M χρησιμοποιείται όταν το πλήθος αφίξεων ακολουθεί την κατανομή Poisson ή όταν η διάρκεια εξυπηρέτησης ακολουθεί αρνητική εκθετική κατανομή. Επειδή, το πλήθος διαδοχικών γεγονότων ανά μονάδα χρόνου ακολουθεί την κατανομή Poisson με μέση τιμή λ , τότε ο χρόνος μεταξύ διαδοχικών γεγονότων ακολουθεί αρνητική εκθετική κατανομή με μέσο $1/\lambda$ και αντίστροφα, η μια κατανομή συνεπάγεται την άλλη και επομένως ο συμβολισμός M είναι κοινός (Παππής, 2008: 106).

Στον ακόλουθο πίνακα γίνεται επεξήγηση όλων των συμβόλων που χρησιμοποιούνται:

Χαρακτηριστικά	Σύμβολα	Ερμηνεία
Χρόνος μεταξύ αφίξεων (A)	M	Κατανομή Poisson
	D	Κανονική κατανομή
	H_k	Υπερεκθετική με παράμετρο K
	E_k	Κατανομή Erlang
	G	Γενική κατανομή
Κατανομή χρόνου εξυπηρέτησης (S)	M	Κατανομή Poisson
	D	Κανονική κατανομή
	H_k	Υπερεκθετική με παράμετρο K
	E_k	Κατανομή Erlang
	G	Γενική κατανομή
Αριθμός εξυπηρετητών (c)	1,2,3... ∞	
Χωρητικότητα του συστήματος (K)	1,2,3... ∞	
Πλήθος των πελατών (N)	1,2,3... ∞	
Πειθαρχία της ουράς (D)	FIFO	Οι πελάτες εξυπηρετούνται με την σειρά που έχουν φτάσει
	LIFO	Ο τελευταίος που έφτασε εξυπηρετείται πρώτος
	SIRO	Τυχαία εξυπηρέτηση
	PNNP	Εξυπηρέτηση με προτεραιότητα

Πίνακας 2. Ανάλυση συμβόλων (πηγή: Π-Χ.Γ. Βασιλείου "Στοχαστικές μέθοδοι στις επιχειρησιακές έρευνες)

Για παράδειγμα, υποθέτουμε τον εξής συμβολισμό συστήματος ουράς:

$M/M/3/\infty/\infty/$ FIFO : είναι ένα σύστημα με άφιξη πελατών που ακολουθεί την κατανομή Poisson, επίσης την ίδια κατανομή για την εξυπηρέτηση πελατών, τρεις παράλληλες θέσεις εξυπηρέτησης, άπειρη χωρητικότητα, άπειρος πληθυσμός πελατών και τέλος πειθαρχία ουράς που ακολουθεί το πρότυπο FIFO. Στις περισσότερες περιπτώσεις όταν η χωρητικότητα του συστήματος και το πλήθος των πελατών προσδιορίζονται ως άπειρα (∞), τότε αυτά παραλείπονται και ο συμβολισμός μπορεί να γραφτεί:

$M/M/3/FIFO$.

2.6 Δείκτες απόδοσης συστημάτων αναμονής

Η απόδοση ενός συστήματος είναι η επάρκεια και η ικανότητα του να εξυπηρετεί τους δείκτες του συστήματος (π.χ. πρότυπο αφίξεων, κατανομή χρόνου εξυπηρέτησης, αριθμός σημείων εξυπηρέτησης κ.τ.λ.). Τέτοιοι δείκτες είναι οι ακόλουθοι (Παππής, 2008: 115):

- P_0 : Η πιθανότητα να μην υπάρχουν n πελάτες στο σύστημα τη στιγμή t
- P_n : Η πιθανότητα να υπάρχουν n πελάτες στο σύστημα, που αναμένουν ή εξυπηρετούνται, τη στιγμή t
- L : Ο μέσος αριθμός των πελατών στο σύστημα τη στιγμή t
- L_q : Ο μέσος αριθμός των πελατών στην ουρά τη στιγμή t
- W : Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένας πελάτης στο σύστημα (σε αναμονή για εξυπηρέτηση)
- W_q : Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένας πελάτης στην ουρά
- ρ : Ο βαθμός απασχόλησης του συστήματος

Οι παραπάνω δείκτες εκφράζονται ως συναρτήσεις παραμέτρων του συστήματος, δηλαδή των παρακάτω μεγεθών:

- λ : Ο μέσος αριθμός αφίξεων, δηλαδή πελάτες στη μονάδα του χρόνου.
- μ : Ο μέσος αριθμός εξυπηρετήσεων ανά σταθμό.
- s : Το πλήθος των παράλληλων σταθμών εξυπηρετήσεων με την ίδια δυναμικότητα.
- m : Η μέγιστη χωρητικότητα του συστήματος δηλαδή ο μέγιστος αριθμός πελατών που μπορούν να χωρέσουν στους χώρους αναμονής και εξυπηρέτησης.

- σ : Η τυπική απόκλιση της κατανομής των χρόνων μεταξύ διαδοχικών αφίξεων ή του χρόνου εξυπηρέτησης.

Από τους προαναφερόμενους δείκτες προκύπτουν τα ακόλουθα μεγέθη που συνδέονται με το κόστος λειτουργίας του συστήματος:

- $K_e(s)$: Το κόστος εξυπηρέτησης.
- $K_a(s)$: Το κόστος αναμονής.

2.7 Μοντέλα ουρών αναμονής

Υπάρχουν πολλά μοντέλα συστημάτων αναμονής που βρίσκουν πρακτική εφαρμογή σε πολλές πτυχές της καθημερινότητας και μπορούν να περιγράψουν οποιαδήποτε κατάσταση προκύπτει. Ωστόσο, έχει μεγάλη σημασία, να γίνει η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου για να επιτευχθούν και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα. Τα βασικότερα μοντέλα της βιβλιογραφίας παρατίθενται στη συνέχεια με τη χρήση μαθηματικών εκφράσεων.

2.7.1 Το μοντέλο M/M/1 με απεριόριστο μήκος ουράς

Το μοντέλο αυτό κατά την σημειογραφία Kendal γράφεται και ως $M/M/1/\infty/\infty/FIFO$ με τα ακόλουθως ισχύοντα:

- Οι αφίξεις των πελατών είναι σταθερές και ακολουθούν την κατανομή Poisson (λ : πελάτες ανά μονάδα χρόνου).
- Υπάρχει ένα σημείο εξυπηρέτησης ($s=1$).
- Ο ρυθμός εξυπηρέτησης είναι σταθερός και ακολουθεί την εκθετική κατανομή (μ : πελάτες ανά μονάδα χρόνου).
- Ο μέσος αριθμός εξυπηρέτησης είναι μεγαλύτερος από τον μέσο αριθμό αφίξεων, δηλαδή $\mu > \lambda$.
- Η χωρητικότητα του συστήματος είναι απεριόριστη ($K = \infty$).
- Ο πληθυσμός των πελατών (πηγή) είναι απεριόριστος ($N = \infty$).
- Η πειθαρχία της ουράς ακολουθεί το πρότυπο FIFO (First In First Out).

Οι δείκτες απόδοσης του συγκεκριμένου μοντέλου περιγράφονται από τις εξής μαθηματικές εκφράσεις:

- Η πιθανότητα να μην υπάρχει κανένα πελάτης στο σύστημα είναι,

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.2)$$

- Η πιθανότητα να υπάρχουν n πελάτες στο σύστημα είναι,

$$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \cdot \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) \quad \text{ή} \quad P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \cdot P_0 \quad (2.3)$$

- Ο μέσος αριθμός των πελατών στο σύστημα είναι,

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad (2.4)$$

- Ο μέσος αριθμός των πελατών στην ουρά είναι,

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (2.5)$$

- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένας πελάτης στο σύστημα είναι,

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (2.6)$$

- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένας πελάτης στην ουρά είναι,

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (2.7)$$

- Ο βαθμός απασχόλησης του συστήματος είναι,

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.8)$$

- Η πιθανότητα το πλήθος των πελατών n στο σύστημα να είναι μεγαλύτερο από ένα πλήθος πελατών k είναι,

$$P(n > k) = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{k+1} \quad (2.9)$$

2.7.2 Το μοντέλο M/M/1 με περιορισμένο μήκος ουράς

Το μοντέλο αυτό κατά την σημειογραφία Kendal γράφεται και ως M/M/1/K/∞/FIFO με τα ακολούθως ισχύοντα:

- Οι αφίξεις των πελατών είναι σταθερές και ακολουθούν την κατανομή Poisson (λ : πελάτες ανά μονάδα χρόνου).
- Υπάρχει ένα σημείο εξυπηρέτησης ($s = 1$).

- Ο ρυθμός εξυπηρέτησης είναι σταθερός και ακολουθεί την εκθετική κατανομή (μ : πελάτες ανά μονάδα χρόνου).
- Ο μέσος αριθμός εξυπηρέτησης είναι μεγαλύτερος από τον μέσο αριθμό αφίξεων, δηλαδή $\mu > \lambda$.
- Η χωρητικότητα του συστήματος είναι περιορισμένη (K).
- Ο πληθυσμός των πελατών (πηγή) είναι απεριόριστος ($N = \infty$).
- Η πειθαρχία της ουράς ακολουθεί το πρότυπο FIFO (First In First Out).

Οι δείκτες απόδοσης του συγκεκριμένου μοντέλου περιγράφονται από τις εξής μαθηματικές εκφράσεις:

- Η πιθανότητα να μην υπάρχει κανένα πελάτη στο σύστημα είναι,

$$P_0 = \frac{1 - \frac{\lambda}{\mu}}{1 - \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K+1}} \quad (2.10)$$

- Η πιθανότητα να υπάρχουν n πελάτες στο σύστημα είναι,

$$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \cdot P_0 \quad \text{για } n \leq K \quad (2.11)$$

- Η πιθανότητα να μην εισέλθει ένας πελάτης στο σύστημα εξαιτίας του περιορισμένου μήκους της ουράς είναι,

$$P_K = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K \cdot P_0 \quad (2.12)$$

- Ο μέσος αριθμός των πελατών στο σύστημα είναι,

$$L = \frac{\frac{\lambda}{\mu}}{1 - \frac{\lambda}{\mu}} - \frac{(K+1) \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K+1}}{1 - \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K+1}} \quad (2.13)$$

- Ο μέσος αριθμός των πελατών στην ουρά είναι,

$$L_q = L - \frac{\lambda (1 - P_K)}{\mu} \quad (2.14)$$

- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένας πελάτης στο σύστημα είναι,

$$W = \frac{L}{\lambda (1 - P_K)} \quad (2.15)$$

- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένας πελάτης στην ουρά είναι,

$$Wq = W - \frac{1}{\mu} \quad (2.16)$$

- Ο βαθμός απασχόλησης του συστήματος είναι,

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.17)$$

2.7.3 Το μοντέλο M/M/1 με περιορισμένο πλήθος πελατών

Το μοντέλο αυτό κατά την σημειογραφία Kendal γράφεται και ως M/M/1/∞/N/FIFO με τα ακόλουθως ισχύοντα:

- Οι αφίξεις των πελατών είναι σταθερές και ακολουθούν την κατανομή Poisson (λ: πελάτες ανά μονάδα χρόνου).
- Υπάρχει ένα σημείο εξυπηρέτησης (s= 1).
- Ο ρυθμός εξυπηρέτησης είναι σταθερός και ακολουθεί την εκθετική κατανομή (μ: πελάτες ανά μονάδα χρόνου).
- Ο μέσος αριθμός εξυπηρέτησης είναι μεγαλύτερος από τον μέσο αριθμό αφίξεων, δηλαδή μ>λ.
- Η χωρητικότητα του συστήματος είναι απεριόριστη (K= ∞).
- Ο πληθυσμός των πελατών (πηγή) είναι περιορισμένος (N).
- Η πειθαρχία της ουράς ακολουθεί το πρότυπο FIFO (First In First Out).

Οι δείκτες απόδοσης του συγκεκριμένου μοντέλου περιγράφονται από τις εξής μαθηματικές εκφράσεις:

- Η πιθανότητα να μην υπάρχει κανένα πελάτη στο σύστημα είναι,

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^N \frac{N!}{(N-n)!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n} \quad (2.18)$$

- Η πιθανότητα να υπάρχουν n πελάτες στο σύστημα είναι,

$$P_n = P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \cdot \frac{N!}{(N-n)!} \quad \text{όπου } n = 1, 2, \dots, N \quad (2.19)$$

- Ο μέσος αριθμός των πελατών στο σύστημα είναι,

$$L = N - \frac{\mu}{\lambda} (1 - P_0) \quad (2.20)$$

- Ο μέσος αριθμός των πελατών στην ουρά είναι,

$$Lq = L - (1 - P_0) \quad (2.21)$$

- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένας πελάτης στο σύστημα είναι,

$$W = \frac{Lq}{\lambda (N - L)} + \frac{1}{\mu} \quad (2.22)$$

- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένας πελάτης στην ουρά είναι,

$$Wq = W - \frac{1}{\mu} \quad (2.23)$$

- Ο βαθμός απασχόλησης του συστήματος είναι,

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.24)$$

2.7.4 Το μοντέλο M/M/s με παράλληλα σημεία εξυπηρέτησης

Το μοντέλο αυτό κατά την σημειογραφία Kendal γράφεται και ως M/M/s/∞/∞/FIFO με τα ακόλουθως ισχύοντα:

- Οι αφίξεις των πελατών είναι σταθερές και ακολουθούν την κατανομή Poisson (λ: πελάτες ανά μονάδα χρόνου).
- Υπάρχουν περισσότερα του ενός παράλληλα σημεία εξυπηρέτησης (s>1).
- Ο ρυθμός εξυπηρέτησης είναι σταθερός και ακολουθεί την εκθετική κατανομή (μ: πελάτες ανά μονάδα χρόνου).
- Η χωρητικότητα του συστήματος είναι απεριόριστη (K= ∞).
- Ο πληθυσμός των πελατών (πηγή) είναι απεριόριστη (N= ∞).
- Η πειθαρχία της ουράς ακολουθεί το πρότυπο FIFO (First In First Out).

Οι δείκτες απόδοσης του συγκεκριμένου μοντέλου περιγράφονται από τις εξής μαθηματικές εκφράσεις:

- Η πιθανότητα να μην υπάρχει κανένα πελάτης στο σύστημα είναι,

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \left[\frac{(\lambda / \mu)^n}{n!} \right] + \frac{(\lambda / \mu)^s}{s!} \cdot \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right)} \quad (2.25)$$

- Η πιθανότητα να υπάρχουν n πελάτες στο σύστημα είναι,

$$P_n = \begin{cases} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \cdot P_0, & n \leq s \\ \frac{1}{s! s^{n-s}} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \cdot P_0, & n > s \end{cases} \quad (2.26)$$

- Ο μέσος αριθμός των πελατών στην ουρά είναι,

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^s \lambda \mu}{(s-1)!(s\mu - \lambda)^2} \cdot P_0 \quad (2.27)$$

- Ο μέσος αριθμός των πελατών στο σύστημα είναι,

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.28)$$

- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένας πελάτης στο σύστημα είναι,

$$W = \frac{L}{\lambda} \quad (2.29)$$

- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένας πελάτης στην ουρά είναι,

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (2.30)$$

- Ο βαθμός απασχόλησης του συστήματος είναι,

$$\rho = \frac{\lambda}{s \mu} \quad (2.31)$$

2.8 Στατιστικές κατανομές αφίξεων και εξυπηρετήσεων

Οι σημαντικότερες κατανομές που χρησιμοποιούνται στην πράξη είναι η Poisson και η εκθετική.

2.8.1 Η κατανομή Poisson

Σε πολλά συστήματα αναμονής οι αφίξεις των πελατών ακολουθούν την κατανομή Poisson. Η κατανομή αυτή αφορά τυχαία γεγονότα που εμφανίζονται σπάνια ή με πολύ μικρή συχνότητα σε ένα πληθυσμό. Κάθε γεγονός είναι τυχαίο και ανεξάρτητο από άλλα

γεγονότα. Επίσης, η πιθανότητα να συμβούν ταυτόχρονα δυο ή περισσότερα γεγονότα είναι αμελητέα.

Η κατανομή Poisson είναι η κατανομή των σπάνιων γεγονότων και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του αριθμού των εμφανίσεων ενός γεγονότος στη μονάδα του χρόνου. Η τυχαία μεταβλητή X που ακολουθεί την κατανομή Poisson έχει συνάρτηση πιθανότητας που δίνεται από την ακόλουθη σχέση (Adan, Resing, 2002: 18-19):

$$P(X = x) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!} \quad (2.32)$$

όπου,

$P(X = x)$: η πιθανότητα να συμβούν X γεγονότα στο διάστημα x

e : ο αριθμός του Euler (βάση του φυσικού λογάριθμου $e = 2.71828\dots$)

λ : ο μέσος αριθμός αφίξεων στη μονάδα του χρόνου

$x!$: παραγοντικός όρος του x

Η συνάρτηση κατανομής Poisson δίνεται από την ακόλουθη σχέση (Παππής, 2008: 108):

$$P(x/t) = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^x}{x!} \quad (2.33)$$

2.8.2 Η εκθετική κατανομή

Η εκθετική κατανομή χρησιμοποιείται συνήθως για τον προσδιορισμό του χρόνου αναμονής μέχρι την πραγματοποίηση ενός γεγονότος. Η τυχαία μεταβλητή x που ακολουθεί την εκθετική κατανομή, έχει συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας που δίνεται από την ακόλουθη σχέση (Adan, Resing, 2002: 13):

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \text{ για } x > 0 \text{ και } \lambda > 0 \quad (2.34)$$

Η μέση τιμή της αναμενόμενης τιμής μιας εκθετικά κατανεμημένης τυχαίας μεταβλητής X με παράμετρο λ δίνεται από την σχέση:

$$E(x) = \frac{1}{\lambda} \quad (2.35)$$

Η διασπορά (τυπική απόκλιση) του x δίνεται από την σχέση:

$$\sigma^2(x) = \frac{1}{\lambda^2} \quad (2.36)$$

Οι τυχαίες μεταβλητές $t_1, t_2, \dots, t_n, \dots$ που εκφράζουν το χρόνο ανάμεσα σε δυο διαδοχικές αφίξεις σε μια Poisson διαδικασία αφίξεων είναι ανεξάρτητες και ακολουθούν την εκθετική κατανομή (Παππής, 2008: 110-111).

Έτσι η πιθανότητα ο χρόνος εξυπηρέτησης να είναι μεγαλύτερος από t_2 είναι:

$$F(x) = \int_{t_2}^{\infty} f(t)dt = \int_{t_2}^{\infty} \lambda e^{-\lambda t} dt = e^{-\lambda t_2} \quad (2.37)$$

Η πιθανότητα ο χρόνος αυτός να είναι μικρότερος από t_1 είναι:

$$F(x) = \int_0^{t_1} f(t)dt = 1 - e^{-\lambda t_1} \quad (2.38)$$

Και η πιθανότητα ο χρόνος αυτός να είναι μεταξύ t_1 και t_2 είναι:

$$F(x) = \int_{t_1}^{t_2} f(t)dt = e^{-\lambda t_1} - e^{-\lambda t_2} \quad (2.39)$$

Η αρνητική εκθετική κατανομή έχει περιορισμένη πρακτική εφαρμογή σε αντίθεση με την κατανομή Poisson που χαρακτηρίζει συνήθως τις αφίξεις των πελατών σε πραγματικά συστήματα.

Κεφάλαιο 3

Προσομοίωση

Ο όρος προσομοίωση (simulation) αναφέρεται σε μια ιδιαιτέρως διαδεδομένη τεχνική μελέτης και ανάλυσης της συμπεριφοράς πολύπλοκων συστημάτων. Με την προσομοίωση, υιοθετείται ένας έμμεσος τρόπο μελέτης, κατά τον οποίο δεν προβαίνουμε στην μελέτη ενός συστήματος απευθείας, αλλά δημιουργούμε ένα εικονικό μοντέλο του συστήματος αυτού, συνήθως σε ψηφιακό περιβάλλον και κατόπιν το χρησιμοποιούμε προκειμένου να μελετήσουμε, να αναλύσουμε ή/ και να πειραματιστούμε με το σύστημα. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία του εγχειρήματος είναι η σωστή δημιουργία του μοντέλου, ώστε τα συμπεράσματα που προκύπτουν από το πειραματικό μοντέλο να ισχύουν και στο πραγματικό σύστημα.

Η προσομοίωση μπορεί να βρει εφαρμογές σε περιπτώσεις όπως:

- Στον σχεδιασμό ενός συστήματος που δεν υπάρχει, αλλά εξετάζεται η δυνατότητα υλοποίησης του και μελετώνται όλοι οι παράμετροί του, χωρίς την ανάληψη κινδύνου του κόστους επένδυσης. Στην περίπτωση αυτή, συμφερότερη και αποτελεσματικότερη μέθοδος αποτελεί η δημιουργία ενός εικονικού μοντέλου και μέσω της προσομοίωσης εξετάζονται όλες οι παράμετροι κατασκευής και λειτουργίας. Στην αυτοκινητοβιομηχανία, στις κατασκευές αλλά και στην επέκταση μεγάλων βιομηχανικών μονάδων, μέσω της προσομοίωσης δημιουργούνται μοντέλα ώστε μετά από προσεκτική εξέταση και μελέτη να επιλεγεί ο ιδανικός συνδυασμός που θα υλοποιηθεί στην πράξη. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται αφενός εξοικονόμηση πολύτιμων πόρων (χρόνος, κόστος) και αφετέρου αποφυγή λαθών που θα προκαλούνταν από την απευθείας δημιουργία του πραγματικού συστήματος και την μετέπειτα πραγματοποίηση αλλαγών σε αυτό.
- Στην βελτίωση του τρόπου συμπεριφοράς ενός ήδη υπαρκτού συστήματος, χωρίς την ανάληψη κινδύνου που θα είχε ο πειραματισμός με το ίδιο το σύστημα. Για την ανάγκη υλοποίησης επενδυτικών σχεδίων, μπορεί να δημιουργηθεί το κατάλληλο

μοντέλο και μέσα από την προσομοίωση παρέχεται η δυνατότητα να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με διάφορες εναλλακτικές προτάσεις (π.χ. πρόσληψη επιπλέον εξυπηρετητών, αγορά εξοπλισμού, αλλαγή τρόπου εργασίας κ.τ.λ.).

- Στην εκπαίδευση των χρηστών ενός πραγματικού συστήματος σε περιπτώσεις που η εκπαίδευση τους απευθείας με το ίδιο το σύστημα σε πραγματικές συνθήκες είναι αδύνατη ή πολύ επικίνδυνη. Οι χειριστές των πολεμικών αεροσκαφών, τα πληρώματα διαστημικών αποστολών ή ακόμα και οι οδηγοί αγωνιστικών αυτοκινήτων, εκπαιδεύονται σε ειδικούς προσομοιωτές που μιμούνται την συμπεριφορά των πραγματικών συστημάτων και των συνθηκών εκείνων που ενδέχεται να προκύψουν κατά την πραγματική χρήση του συστήματος.

3.1 Ορισμοί

Βασικοί ορισμοί της προσομοίωσης έχουν δοθεί κατά καιρούς. Ενδεικτικά κάποιιοι αυτούς παρατίθενται ακολούθως:

“Προσομοίωση είναι η διαδικασία διεξαγωγής πειραμάτων στο μοντέλο ενός συστήματος αντί (α) του άμεσου πειραματισμού με το πραγματικό σύστημα (β) της άμεσης επίλυσης κάποιου προβλήματος που σχετίζεται με το σύστημα με αναλυτική μέθοδο” (Mize και Cox, 1968: 32).

“Προσομοίωση είναι η διαδικασία κατά την οποία κατασκευάζεται ένα μοντέλο ενός πραγματικού συστήματος και πραγματοποιούνται πειράματα σε αυτό, με στόχο είτε την κατανόηση της συμπεριφοράς του συστήματος, είτε την αξιολόγηση διαφόρων στρατηγικών για τη λειτουργία του” (Shannon, 1975: 21).

“Οι βασικές αρχές της προσομοίωσης είναι αρκετά απλές. Ο αναλυτής κατασκευάζει ένα μοντέλο του υπό μελέτη συστήματος, γράφει πρόγραμμα υπολογιστή που ενσωματώνει το μοντέλο και χρησιμοποιεί τον υπολογιστή για να παρατηρήσει τη συμπεριφορά του συστήματος όταν υπόκειται σε διάφορες πολιτικές λειτουργίας. Με αυτόν τον τρόπο επιλέγεται η πιο επιθυμητή πολιτική” (Pidd, 1984: 12).

“Προσομοίωση (*simulation*) είναι η μίμηση της λειτουργίας συστημάτων ή της εξέλιξης διαδικασιών μέσα στο χρόνο με τη βοήθεια υπολογιστή” (Κουϊκόγλου, 2002: 5).

“Η προσομοίωση αποτελεί μία πειραματική μέθοδο που έχει ως σκοπό τη βελτιστοποίηση συστημάτων, την ανάλυση της ευαισθησίας τους και τη μελέτη της λειτουργίας τους. Ως πειραματική μέθοδος εξαρτάται πολύ από την πιστότητα του μοντέλου του συστήματος που χρησιμοποιείται, καθώς και από την επιλογή εκείνων των παραμέτρων που απαιτούνται για την εξαγωγή αξιόπιστων και χρήσιμων συμπερασμάτων” (Ρουμελιώτης, 2001: 10).

Βασική επιδίωξη της προσομοίωσης είναι η αξιολόγηση των όρων, απόδοση και αποτελεσματικότητα ενός συστήματος πριν το στάδιο κατασκευής, με σκοπό την βέλτιστη σχεδίαση του ή τη βελτίωση της λειτουργίας χωρίς την ανάγκη άμεσου πειραματισμού.

3.2 Φάσεις στην διαδικασία προσομοίωσης

Η υλοποίηση της διαδικασίας προσομοίωσης περιλαμβάνει στάδια- φάσεις που κατά καιρούς έχουν καθοριστεί από διάφορους μελετητές αναλόγως του πεδίου ενδιαφέροντος. Η βασική μεθοδολογία είναι κοινή και οι φάσεις της διαδικασίας προσομοίωσης παρατίθενται ακολούθως (Aomar, Williams και Ulgen, 2015: 331-332):

Φάσεις	Περιγραφή
1	Καθορισμός του προβλήματος
2	Σχεδιασμός της μελέτης
3	Συλλογή δεδομένων και καθορισμός του μοντέλου
4	Επαλήθευση και επικύρωση του μοντέλου
5	Σχεδιασμός πειραμάτων που θα εκτελεστούν με το μοντέλο
6	Εκτέλεση πειραμάτων προσομοίωσης
7	Ανάλυση αποτελεσμάτων πειραμάτων προσομοίωσης
8	Τεκμηρίωση, παρουσίαση και εφαρμογή των αποτελεσμάτων

Πίνακας 3. Φάσεις στην διαδικασία προσομοίωσης

3.3 Μοντέλα προσομοίωσης

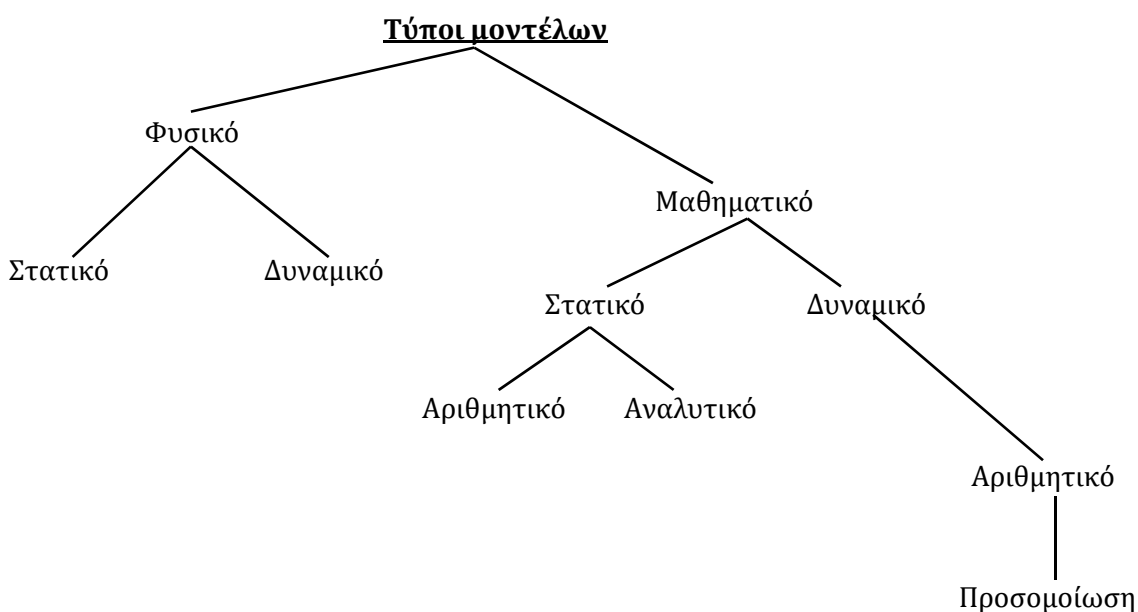
Κάποιοι ενδεικτικοί ορισμοί για τον όρο μοντέλο στην διαδικασία προσομοίωσης παρατίθενται στη συνέχεια:

“Μία αφηρημένη αναπαράσταση ενός συστήματος, συνήθως περιέχει λογικές ή/ και μαθηματικές σχέσεις που περιγράφουν το σύστημα με όρους καταστάσεως οντοτήτων και των ιδιοτήτων τους, ομάδων, γεγονότων, δραστηριοτήτων και καθυστερήσεων (Banks και Carson, 1984: 14).

“Μοντέλο είναι μία αναπαράσταση ενός φυσικού συστήματος ή οργανισμού ή φυσικού φαινομένου ή ακόμη και μίας ιδέας” ή “Μοντέλο είναι το σύνολο των πληροφοριών ενός συστήματος που έχει συγκεντρωθεί με σκοπό τη μελέτη του συστήματος” (Ρουμελιώτης, 2001: 22).

Το μοντέλο ενός συστήματος θα πρέπει να αναπαριστά με τη μεγαλύτερη δυνατή πιστότητα το προς μελέτη πραγματικό σύστημα έτσι ώστε τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν να είναι χαρακτηρίζονται από υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας.

Οι βασικοί τύποι μοντέλων δίνονται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 2. Τύποι μοντέλων προσομοίωσης (πηγή: Ρουμελιώτης, 2001: 26)

Το φυσικό μοντέλο αποτελεί φυσική αναπαράσταση του αντικειμένου που αντιπροσωπεύει και μοιάζει με αυτό. Μπορεί να είναι κατασκευασμένο σε κλίμακα με διαστάσεις μεγαλύτερες ή μικρότερες από το πραγματικό σύστημα. Περαιτέρω διάκριση των φυσικών μοντέλων γίνεται σε στατικά και δυναμικά. Το στατικό μοντέλο αφορά στην στατική αναπαράσταση ενός πραγματικού συστήματος με σκοπό την μελέτη ορισμένων χαρακτηριστικών λειτουργίας (π.χ. μοντέλο από ξύλο ή συνθετικό υλικό, υπό κλίμακα, για την μελέτη της αεροδυναμικής συμπεριφοράς ενός οχήματος σε αεροδυναμική σήραγγα). Αντίθετα, το δυναμικό μοντέλο αφορά την υπό κλίμακα σχεδίαση-κατασκευή ενός μοντέλου (π.χ. αυτοκίνητο) καθώς εκτός από τα στατικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβάνεται και η πραγματική απεικόνιση της λειτουργίας.

Το μαθηματικό μοντέλο αναφέρεται στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται μαθηματικές έννοιες για να περιγράψουν τις φυσικές ιδιότητες του συστήματος (π.χ. σχήμα, διαστάσεις, χρωματισμός, κ.τ.λ.), τις λειτουργίες του (π.χ. κίνηση, αλλαγή σχήματος, αλλαγές κατάστασης, κ.τ.λ.) ή την σχέση μεταξύ των στοιχείων του συστήματος. Περαιτέρω διάκριση των μαθηματικών μοντέλων γίνεται σε στατικά και δυναμικά. Τέλος, τα μαθηματικά μοντέλα μπορούν να διακριθούν σε αναλυτικά και αριθμητικά. Στην πρώτη περίπτωση υπάρχει ένα πλήρες σύνολο εξισώσεων που μπορεί να περιγράψει το μοντέλο. Αντίθετα, όταν οι μαθηματικές εξισώσεις που περιγράφουν το σύστημα δεν δύναται να εξευρεθούν ή δεν υπάρχουν, τότε το σύστημα μπορεί να περιγραφεί από αριθμητικά δεδομένα που έχουν συλλεχθεί με εμπειρικό τρόπο. Το σύνολο των δεδομένων και οι συσχετίσεις τους αποτελούν το αριθμητικό μοντέλο του συστήματος.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.4, η διαδικασία της προσομοίωσης χρησιμοποιείται κυρίως για την μελέτη μαθηματικών, δυναμικών, αριθμητικών, μοντέλων.

Η θεωρία ουρών αναμονής (queuing theory), μέσω της μαθηματικής προσέγγισης (μοντελοποίησης) ενός πραγματικού συστήματος μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην επίλυση προβλημάτων και φαινομένων συνωστισμού που προέρχονται από ποικίλες ανθρώπινες δραστηριότητες (π.χ. παραγωγή, τηλεπικοινωνίες, πληροφορική, παροχή υπηρεσιών κ.τ.λ.). Σκοπός είναι, ο περιορισμός, ιδανικά η εξάλειψη της ουράς, μέσω της μείωσης του χρόνου αναμονής και του χρόνου εξυπηρέτησης, που δυνητικά μπορεί να επιτευχθεί, αφενός με την αύξηση της δυναμικότητας του συστήματος και

αφετέρου με την βελτίωση του ρυθμού εξυπηρέτησης. Και στις δυο περιπτώσεις όμως, το λειτουργικό κόστος αυξάνεται οπότε συνυπολογίζοντας την σπανιότητα των πόρων πρέπει να επιτευχθεί μια συμβιβαστικά αποδεκτή λύση, δηλαδή η εξεύρεση του σημείου ισορροπίας μεταξύ κόστους εξυπηρέτησης και χρόνου αναμονής.

3.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προσομοίωσης

Η προσομοίωση, ως μέθοδος ανάλυσης και μελέτης της συμπεριφοράς ενός συστήματος, μπορεί να συγκριθεί είτε με τον άμεσο πειραματισμό είτε με τη χρήση μαθηματικών μεθόδων μοντελοποίησης προβλημάτων.

Πλεονεκτήματα της χρήσης της μεθόδου της προσομοίωσης παρατίθενται παρακάτω (Ρουμελιώτης, 2001: 97-99):

- Τα περισσότερα σύνθετα και πολύπλοκα συστήματα του πραγματικού κόσμου δεν μπορούν να περιγραφούν ικανοποιητικά με κάποιο μαθηματικό μοντέλο.
- Η προσομοίωση επιτρέπει την εκτίμηση της απόδοσης ενός υπάρχοντος συστήματος κάτω από κάποιο προβλεπόμενο σύνολο λειτουργικών συνθηκών.
- Η προσομοίωση επιτρέπει την συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών προσεγγίσεων στον σχεδιασμό ή τη λειτουργία ενός συστήματος με σκοπό την εξεύρεση της βέλτιστης λύσης που βέβαια ικανοποιεί τις προδιαγραφές που έχουν ορισθεί.
- Σε ένα μοντέλο προσομοίωσης μπορούν να ελέγχονται και να επαναλαμβάνονται οι συνθήκες των πειραμάτων, σε σχέση με την διαδικασία του άμεσου πειραματισμού στο πραγματικό σύστημα.
- Η προσομοίωση επιτρέπει τη μελέτη ενός συστήματος που έχει μακρόχρονη εξέλιξη σε πολύ μικρότερο χρόνο, ή τη μελέτη διαφόρων λεπτομερειών του σε περισσότερο χρόνο.
- Η προσομοίωση είναι μια μέθοδος χαμηλού κόστους εφαρμογής, καθώς πλέον υλοποιείται σε κοινούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές είτε με τη χρήση γλωσσών προγραμματισμού (π.χ. C, Pascal, BASIC), είτε με τη χρήση προσιτών λογισμικών (π.χ. ARENA, SIMUL8, SIMSCRIPT, SIMULA κ.τ.λ.).
- Η προσομοίωση μπορεί να υλοποιηθεί από χρήστες που δεν είναι απαραίτητο να κατέχουν εξειδικευμένες μαθηματικές γνώσεις, αλλά διαθέτουν δυνατότητα να

κατανοούν βασικές έννοιες στατιστικής και μπορούν να εφαρμόζουν ήδη έτοιμα μαθηματικά εργαλεία.

Κατά τον ίδιο τρόπο μειονεκτήματα της χρήσης της μεθόδου της προσομοίωσης παρατίθενται παρακάτω (Ρουμελιώτης, 2001: 98):

- Κάθε εκτέλεση ενός μοντέλου προσομοίωσης παράγει μόνο εκτιμήσεις των πραγματικών χαρακτηριστικών του μοντέλου, για ένα συγκεκριμένο σύνολο παραμέτρων εισόδου. Για το λόγο αυτό, η προσομοίωση δεν είναι η ιδανική μέθοδος για βελτιστοποίηση, όσο για τη σύγκριση εναλλακτικών σχεδιαστικών προσεγγίσεων.
- Η ανάπτυξη των μοντέλων προσομοίωσης συχνά απαιτεί την ανάγκη επένδυσης σε πόρους (π.χ. χρόνος, κόστος, κόπος κ.τ.λ.).
- Ο μεγάλος όγκος αριθμών που παράγονται από μία μελέτη προσομοίωσης συχνά ενισχύουν την τάση να δίνεται μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στα αποτελέσματα. Αυτό γενικότερα μπορεί να επιφέρει λανθασμένες εκτιμήσεις ειδικά σε περιπτώσεις που το μοντέλο δεν είναι μία αρκετά έγκυρη αναπαράσταση του συστήματος.

Κεφάλαιο 4

Το Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας (Ε.Κ.Α.Β.)

Το Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας (Ε.Κ.Α.Β) αποτελεί το μοναδικό και αποκλειστικό δημόσιο φορέα που έχει ως κύριο σκοπό τον συντονισμό της παροχής σε έκτακτες περιπτώσεις άμεσης βοήθειας και επείγουσας ιατρικής φροντίδας στους πολίτες και την μεταφορά των πολιτών αυτών σε μονάδες παροχής υπηρεσιών υγείας (Ν. 1579/1985 (Φ.Ε.Κ. 217Α/ 23-12-1985).

Το κυριότερο μέσο διακομιδής των ασθενών είναι το ασθενοφόρο όχημα, χωρίς βέβαια να είναι και το μοναδικό. Επιπλέον χρησιμοποιούνται, οι Κινητές Ιατρικές Μονάδες (Κ.Ι.Μ.), τα δίκυκλα οχήματα άμεσης επέμβασης, καθώς επίσης κατά περίπτωση και τα εναέρια και πλωτά μέσα. Σε πανελλαδικό επίπεδο και όπως είναι διαρθρωμένη η Υπηρεσία, διαθέτει περί τα 890 επίγεια οχήματα (ασθενοφόρα, κινητές ιατρικές μονάδες, οχήματα ειδικού σκοπού, δίκυκλα οχήματα), 3 πτητικά μέσα- ελικόπτερα και απασχολεί περίπου 3.500 υπαλλήλους (ιατρούς, νοσηλευτές, διασώστες- πληρώματα ασθενοφόρων, τεχνικό και διοικητικό προσωπικό).

Η ανάπτυξη του Ε.Κ.Α.Β. δημιουργεί ένα σύγχρονο σύστημα υπηρεσιών Επείγουσας Προνοσοκομειακής Ιατρικής (Ε.Π.Ι.) και συμβάλει (ιστότοπος, www.ekab.gr):

- καθοριστικά στην ποιοτική αναβάθμιση των παρεχόμενων συνολικά υπηρεσιών υγείας,
- στην άμεση παροχή οργανωμένων υπηρεσιών Ε.Π.Ι. με συνέπεια την ελάττωση της θνητότητας, του χρόνου νοσηλείας και της συχνότητας προσωρινής ή μόνιμης ανικανότητας και αναπηρίας,
- στη μείωση του κόστους των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας,
- στη μείωση του βαθμού μετανάστευσης προς τα μεγάλα αστικά κέντρα με τη δημιουργία αισθήματος ασφάλειας στους κατοίκους της περιφέρειας,

- στη μείωση των αποτρέψιμων θανάτων (διεθνώς μόνο για τα ατυχήματα κατά 30%)

4.1 Γενικές πληροφορίες

Το Ε.Κ.Α.Β. ιδρύθηκε το έτος 1985 με τον Ν. 1579/1985 (Φ.Ε.Κ. 217Α/ 23-12-1985) και αποτελεί Νομικό Πρόσωπο Δημοσίου Δικαίου (Ν.Π.Δ.Δ.) εποπτευόμενο από το Υπουργείο Υγείας με την έδρα της Κεντρικής Υπηρεσίας να βρίσκεται στην Αθήνα. Η διοίκηση ασκείται από εννεαμελές Διοικητικό Συμβούλιο (Δ.Σ.). Το Δ.Σ. αποφασίζει και προβαίνει σε κάθε νόμιμη ενέργεια που συμβάλλει στην πραγματοποίηση των στόχων και σκοπών του Ε.Κ.Α.Β.

Η κύρια δραστηριότητα του Ε.Κ.Α.Β. είναι η άμεση ιατρική και νοσηλευτική φροντίδα σε όλους τους πολίτες οπουδήποτε και οποτεδήποτε χρειαστεί, καθώς και η ασφαλής και ταχεία μεταφορά τους σε κατάλληλες μονάδες παροχής υπηρεσιών υγείας. Επιπλέον δραστηριότητες είναι οι δευτερογενείς διακομιδές ασθενών ή χρόνια πασχόντων από και προς τα δημόσια νοσηλευτικά ιδρύματα (π.χ. διακομιδή για αιμοκάθαρση), η εκπαίδευση ομάδων πληθυσμού ή στελεχών φορέων δημόσιου ή ιδιωτικού χαρακτήρα σε θέματα αντιμετώπισης επειγόντων περιστατικών, η ευθύνη λειτουργίας του Δημόσιου Ινστιτούτου Επαγγελματικής Κατάρτισης (Ι.Ε.Κ.) ειδικότητας "Διασώστης - Πλήρωμα Ασθενοφόρου" (Κ.Υ.Α. Α5/4898, Φ.Ε.Κ. 1748Β/ 15-09-1999) και η χορήγηση Δελτίου καταλληλότητας ασθενοφόρου οχήματος σε άλλους φορείς δημόσιους ή ιδιωτικούς.

Ο φορέας διαθέτει αναπτυγμένες δομές στο μεγαλύτερο μέρος της ελληνικής επικράτειας (χερσαία και νησιωτική) για την παροχή των υπηρεσιών επείγουσας προνοσοκομειακής φροντίδας και διακομιδής ασθενών σε κατά το δυνατό μεγαλύτερο τμήμα του πληθυσμού. Η ιδιαιτερότητα της Ελλάδας με το πλήθος των νησιωτικών εκτάσεων και την έλλειψη οργανωμένων υγειονομικών σχηματισμών σε πολλές απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές, καθιστά πρακτικά αδύνατη την παροχή των υπηρεσιών του Ε.Κ.Α.Β. στο σύνολο του πληθυσμού της χώρας. Για την παροχή των υπηρεσιών σε τέτοιες περιοχές, συνήθως και όταν τα περιστατικά είναι επείγοντα, η διακομιδή συντελείται είτε με πτητικά μέσα (ιδιόκτητα ελικόπτερα ή εναέρια μέσα της πολεμικής αεροπορίας με προσωπικό και ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό του Ε.Κ.Α.Β.) είτε με συμβεβλημένα για την περίπτωση πλωτά μέσα. Το έτος 2017 έχει ξεκινήσει από το

Ε.Κ.Α.Β. μέσω χρηματοδότησης από κοινοτικούς πόρους (Ε.Σ.Π.Α.) η διαδικασία προμήθειας του πρώτου ιδιοκτήτου πλωτού ασθενοφόρου με ειδικό ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό - κατάλληλο για τις ιδιαίτερες συνθήκες του Αιγαίου πελάγους.

Το Ε.Κ.Α.Β. είναι ίσως η μοναδική περίπτωση νεοσύστατης δημόσιας υπηρεσίας, που από την ίδρυση έως σήμερα δεν έχει αναπτυχθεί πλήρως ώστε να προσφέρει καθολικές υπηρεσίες, αλλά επεκτείνεται συνεχώς με τη δημιουργία νέων δομών σε πολλές περιοχές της επικράτειας. Οι εφαρμοζόμενες πολιτικές των τελευταίων ετών, απόρροια της μακροχρόνιας και συνεχιζόμενης οικονομικής ύφεσης (2008 έως σήμερα), είχαν ως αποτέλεσμα την δοκιμασία των αντοχών του φορέα, φέρνοντας τον αντιμέτωπό με πολλά προβλήματα. Η περικοπή στους ετήσιους προϋπολογισμούς όλα αυτά τα χρόνια, η υποχρηματοδότηση, η γήρανση-μη ανανέωση του στόλου οχημάτων, η μείωση του αριθμού των υπηρετούντων υπαλλήλων (συνταξιοδοτήσεις, παραιτήσεις, μετατάξεις κ.τ.λ.), η υποχρέωση απορρόφησης υπαλλήλων και επίγειων μέσων άλλων υπηρεσιών (οδηγοί και οχήματα νοσοκομείων) επηρέασαν σημαντικά την καθημερινή λειτουργία, χωρίς όμως να σταθούν τροχοπέδη στην υλοποίηση σχεδίων ανάπτυξης και επέκτασης.

4.2 Διάρθρωση του Ε.Κ.Α.Β. σε πανελλαδικό επίπεδο

Σύμφωνα με τον οργανισμό του Ε.Κ.Α.Β., όπως αποτυπώνεται στο Π.Δ. 376/1988 (Φ.Ε.Κ. 169Α/17-08-1988) και τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 348/1996 (Φ.Ε.Κ. 348Α/17-09-1996), η διάρθρωση της Υπηρεσίας συνίσταται στην Κεντρική Υπηρεσία, τα Παραρτήματα και τους Τομείς ευθύνης αυτών.

Ειδικότερα, το Ε.Κ.Α.Β. είναι αναπτυγμένο Πανελλαδικά περιλαμβάνοντας την Κεντρική Υπηρεσία και 12 Παραρτήματα, με κάθε σκοπό την αποκέντρωση των υπηρεσιών και την καλύτερη δυνατή πληθυσμιακή κάλυψη της επικράτειας. Για την ισόρροπη εξυπηρέτηση όλων των περιοχών της Χώρας, η Κεντρική Υπηρεσία και κάθε ένα Παράρτημα περιλαμβάνει περιοχές ευθύνης που ορίζονται ως γεωγραφικές περιφέρειες. Οι γεωγραφικές περιφέρειες αριθμούνται από το 1 έως το 12.

1. Κεντρική Υπηρεσία. 1^η Περιφέρεια με περιοχές ευθύνης τους νομούς Αττικής, Ευβοίας και Βοιωτίας.
2. Παράρτημα Θεσσαλονίκης. 2^η Περιφέρεια με περιοχές ευθύνης τους νομούς Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Ημαθίας, Πιερίας, Πέλλας και Χαλκιδικής.

3. Παράρτημα Πάτρας. 3^η Περιφέρεια με περιοχές ευθύνης τους νομούς Αιτωλοακαρνανίας, Αχαΐας, Ηλείας, Κορινθίας, Κεφαλληνίας και Ζακύνθου.
4. Παράρτημα Ηρακλείου. 4^η Περιφέρεια με περιοχές ευθύνης τους νομούς Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου και Λασιθίου.
5. Παράρτημα Λάρισας. 5^η Περιφέρεια με περιοχές ευθύνης τους νομούς Λαρίσης, Καρδίτσας, Τρικάλων και Μαγνησίας.
6. Παράρτημα Καβάλας. 6^η Περιφέρεια με περιοχές ευθύνης τους νομούς Καβάλας, Σερρών και Δράμας.
7. Παράρτημα Ιωαννίνων. 7^η Περιφέρεια με περιοχές ευθύνης τους νομούς Ιωαννίνων, Θεσπρωτίας, Άρτας, Πρεβέζης, Κερκύρας και Λευκάδας.
8. Παράρτημα Λαμίας. 8^η Περιφέρεια με περιοχές ευθύνης τους νομούς Ευρυτανίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας.
9. Παράρτημα Αλεξανδρούπολης. 9^η Περιφέρεια με περιοχές ευθύνης τους νομούς Έβρου, Ροδόπης και Ξάνθης.
10. Παράρτημα Τρίπολης. 10^η Περιφέρεια με περιοχές ευθύνης τους νομούς Αρκαδίας, Αργολίδας, Μεσσηνίας και Λακωνίας.
11. Παράρτημα Κοζάνης. 11^η Περιφέρεια με περιοχές ευθύνης τους νομούς Κοζάνης, Γρεβενών, Καστοριάς και Φλωρίνης.
12. Παράρτημα Μυτιλήνης. 12^η Περιφέρεια με περιοχές ευθύνης τους νομούς Λέσβου, Σάμου, Χίου, Δωδεκανήσου και Κυκλάδων.

Σύμφωνα με τον οργανισμό του Ε.Κ.Α.Β., όπως αποτυπώνεται άρθρο 5 του Π.Δ. 348/1996 (Φ.Ε.Κ. 348Α/17-09-1996), τα Παρατήματα που αποτελούν Διευθύνσεις διαρθρώνονται ως εξής:

- α) Τμήμα Ιατρικών Υπηρεσιών
- β) Τμήμα Νοσηλευτικών Υπηρεσιών
- γ) Τμήμα Προσωπικού και Οικονομικής Διαχείρισης
- δ) Γραφείο Γραμματείας
- ε) Γραφείο Δημοσίων Σχέσεων

Τα Παρατήματα εκπληρώνουν τον σκοπό του Ε.Κ.Α.Β. στην περιοχή της αρμοδιότητας τους, υπάγονται διοικητικά στην Κεντρική Υπηρεσία και περιλαμβάνουν τους Τομείς, δηλαδή δομές στρατηγικά αναπτυγμένες στις περιοχές ευθύνης, που για την σύσταση

τους έχουν ληφθεί υπόψη παράγοντες όπως είναι η πληθυσμιακή κατανομή, η απόσταση από τον πλησιέστερο υγειονομικό σχηματισμό, το οδικό δίκτυο της περιοχής κ.τ.λ.

4.3 Μέσα διακομιδών ασθενών και λοιπά οχήματα του Ε.Κ.Α.Β.

Ο αριθμός, το είδος αλλά και η κατανομή των επίγειων και πτητικών υπηρεσιακών μέσων, που διαθέτει το Ε.Κ.Α.Β. πανελλαδικά, απεικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ/ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	ΝΟΜΟΙ ΕΥΘΥΝΗΣ	ΑΣΘ/ΡΑ	ΚΙΜ	ΜΟΤΟ	ΕΠΙΒ	ΛΟΠ ΟΧΗΜ	ΕΛΙΚ/ΡΑ	ΑΣΘ/ΡΑ*	ΚΙΜ*
Ε.Κ.Α.Β. ΑΘΗΝΩΝ	ΑΤΤΙΚΗΣ	163	30	22	7	5	3	15	2
	ΕΥΒΟΙΑΣ	15	2					2	0
	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	11	1					3	
Ε.Κ.Α.Β. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	63	8	5	4	2			
	ΚΙΛΚΙΣ	6	0						
	ΗΜΑΘΕΙΑΣ	6	1					3	
	ΠΙΕΡΙΑΣ	7	2						
	ΠΕΛΛΑΣ	8						1	
	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	5						2	1
Ε.Κ.Α.Β. ΠΑΤΡΑΣ	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	8	3					3	
	ΑΧΑΪΑΣ	35	6					2	1
	ΗΛΕΙΑΣ	6	1						
	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	10						1	
	ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ	6							
	ΖΑΚΥΝΘΟΥ	4						2	1
Ε.Κ.Α.Β. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	28	5	2	4	1		2	
	ΧΑΝΙΩΝ	9	1		1			6	
	ΡΕΘΥΜΝΟΥ	7						2	
	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	12	2					4	
Ε.Κ.Α.Β. ΛΑΡΙΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	18	3		2			1	
	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	14	2					3	
	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	12	1					1	
	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	10	3	1				4	
Ε.Κ.Α.Β. ΚΑΒΑΛΑΣ	ΚΑΒΑΛΑΣ	16	2	1	1			5	
	ΣΕΡΡΩΝ	9	1					2	
	ΔΡΑΜΑΣ	8	1						
Ε.Κ.Α.Β. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	24	2	4				4	
	ΘΕΣΠΡΩΤΙΑΣ	5	1						1
	ΑΡΤΑΣ	6	1						
	ΠΡΕΒΕΖΑΣ	4	1						
	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	8	1					1	
	ΛΕΥΚΑΔΑΣ	4	1					1	
Ε.Κ.Α.Β. ΛΑΜΙΑΣ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	8						1	
	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	22	9					2	
	ΦΩΚΙΔΑΣ	6						1	
Ε.Κ.Α.Β. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	ΕΒΡΟΥ	28				1		6	
	ΡΟΔΟΠΗΣ	4	1					2	1
	ΞΑΝΘΗΣ	5						6	2
Ε.Κ.Α.Β. ΤΡΙΠΟΛΗΣ	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	11	2		1			6	
	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	8	1					2	

	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	6	2					6	
	ΠΥΛΟΣ	1							
	ΦΙΛΙΑΤΡΑ	2	1						
	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	12	1					4	
Ε.Κ.Α.Β. ΚΟΖΑΝΗΣ	ΚΟΖΑΝΗΣ	24	1					6	
	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	2						3	
	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	2						3	
	ΦΛΩΡΙΝΑΣ	4						3	
Ε.Κ.Α.Β. ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ	ΛΕΣΒΟΥ	13	1		1			4	
	ΛΗΜΝΟΣ	5						2	
	ΣΑΜΟΥ	4						1	1
	ΙΚΑΡΙΑ	2						1	
	ΧΙΟΥ	5						2	1
	ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ (ΡΟΔΟΣ)	11						12	3
	ΚΩΣ	2							
	ΑΝΔΡΟΣ	1						1	
	ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ	1						1	
	ΠΑΡΟΣ	2						1	
	ΝΑΞΟΣ	3						3	
	ΣΥΡΟΣ	3	1					3	
	ΙΟΣ	0						3	
	ΤΗΝΟΣ	1						1	
	ΜΥΚΟΝΟΣ	1	1					1	
	ΜΗΛΟΣ							2	
	ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ							2	
	ΑΜΟΡΓΟΣ							2	
	ΚΕΑ							1	1
	ΛΕΡΟΣ	2							
ΚΑΛΥΜΝΟΣ	1								
ΑΝΤΙΠΑΡΟΣ							1		
	ΣΥΝΟΛΟ	749	103	35	21	9		165	15

*Διάθεση εκτός Ε.Κ.Α.Β. σε Νοσοκομεία και Κέντρα Υγείας (Κ.Υ.)

Πίνακας 4. Κατανομή επίγειων και πτητικών μέσων Ε.Κ.Α.Β. (πηγή: Γραφείο Διαχείρισης Υλικού της Κεντρικής Υπηρεσίας του Ε.Κ.Α.Β., ημερομηνία δεδομένων 28-11-2017)

Αναλυτικότερα το Ε.Κ.Α.Β. διαθέτει υπηρεσιακά μέσα, τα οποία αναλύονται ως εξής:

- Το ασθενοφόρο είναι το πιο κοινό μέσο παροχής των υπηρεσιών Ε.Π.Ι. και συνίσταται στο βασικό όχημα και στην διασκευή. Η διασκευή περιλαμβάνει το σύνολο των επικατασκευών, οπτικών και ηχητικών σημάτων, του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού και των λοιπών απαραίτητων πρόσθετων διατάξεων όπως καθορίζονται βάσει τεχνικών προδιαγραφών του Ε.Κ.Α.Β. εναρμονισμένων με τις απαιτήσεις του καθορισμένου για την περίπτωση ευρωπαϊκού προτύπου EN 1769. Στο ασθενοφόρο επιβαίνει ζεύγος υπαλλήλων κλάδου Δ.Ε Διασώστης-Πλήρωμα ασθενοφόρου, αποφοίτων του Ι.Ε.Κ.- Ε.Κ.Α.Β. κατόχων σχετικής πιστοποίησης.

- Η Κ.Ι.Μ. είναι ασθενοφόρο εξοπλισμένο όμως με επιπλέον εξειδικευμένο εξοπλισμό με σκοπό την παροχή υπηρεσιών Ε.Π.Ι. σε περιστατικά στα οποία οι ασθενείς βρίσκονται σε εξαιρετικά κρίσιμη κατάσταση. Για την επιτέλεση του σκοπού αυτού οι Κ.Ι.Μ. στελεχώνονται από Ιατρό εκπαιδευμένο στην Ε.Π.Ι. και υπαλλήλους κλάδου Δ.Ε. Διασώστης- Πλήρωμα ασθενοφόρου (απόφοιτοι του Ι.Ε.Κ.- Ε.Κ.Α.Β.). Ο πρόσθετος εξοπλισμός εξασφαλίζει την προχωρημένη υποστήριξη και σταθεροποίηση των ζωτικών λειτουργιών του πάσχοντος καθώς και εξειδικευμένους θεραπευτικούς χειρισμούς, καθιστώντας ουσιαστικά την Κ.Ι.Μ. μια μικρογραφία κινούμενης Μονάδας Εντατικής Θεραπείας (Μ.Ε.Θ.).
- Τα δίκυκλα οχήματα φέρουν εξοπλισμό παροχής Ε.Π.Ι. και στελεχώνονται από έναν αναβάτη κλάδου Δ.Ε. Διασώστης- Πλήρωμα ασθενοφόρου απόφοιτο Ι.Ε.Κ.- Ε.Κ.Α.Β. και χρησιμοποιούνται στα μεγάλα αστικά κέντρα με έντονα κυκλοφοριακά προβλήματα. Το μικρό μέγεθος και η εκ κατασκευής ευελιξία, καθιστούν ταχύτερη την πρόσβαση σε επείγοντα περιστατικά. Με τον τρόπο δύναται να αντιμετωπιστούν περιστατικά χωρίς την συνδρομή ασθενοφόρου.
- Τα επιβατικά οχήματα χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση λοιπών μεταφορικών αναγκών του Ε.Κ.Α.Β. και περιλαμβάνουν οχήματα μεταφοράς προσωπικού, μεταφοράς αναλωσίμων στους τομείς και οχήματα κίνησης σε συνθήκες μειωμένης πρόσφυσης (4x4).
- Τα ελικόπτερα εξυπηρετούν την αεροδιακομιδή άκρως επειγόντων περιστατικών κυρίως από απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές της νησιωτικής ή ηπειρωτικής επικράτειας σε μεγάλους υγειονομικούς σχηματισμούς. Τα ελικόπτερα φέρουν εξειδικευμένο εξοπλισμό παρόμοιο με αυτόν των Κ.Ι.Μ. και στελεχώνονται από τους χειριστές (πιλότοι της Πολεμικής Αεροπορίας), έναν ιατρό και δυο υπαλλήλους κλάδου Δ.Ε. Διασώστης- πλήρωμα ασθενοφόρου του Ε.Κ.Α.Β.

Διατίθενται οχήματα διαφόρων εργοστασίων και χρονολογιών κατασκευής από το έτος 1985 έως και το έτος 2017. Το μεγαλύτερο τμήμα του επιχειρησιακού στόλου (ασθενοφόρα και Κ.Ι.Μ.) είναι εργοστασίου κατασκευής CITROEN τύπου JUMPER II, έτους 2004.

Μέρος του στόλου όπως φαίνεται στον πίνακα 2,4 έχει παραχωρηθεί σε άλλους υγειονομικούς σχηματισμούς (νοσοκομεία και Κέντρα Υγείας) για την εξυπηρέτηση των εκάστοτε λειτουργικών αναγκών.

4.4 Διάρθρωση της Κεντρικής Υπηρεσίας του Ε.Κ.Α.Β.

Σύμφωνα με τον οργανισμό του Ε.Κ.Α.Β., όπως αποτυπώνεται στο άρθρο 2 του Π.Δ. 376/1988 (Φ.Ε.Κ. 169Α/17-08-1988) και τροποποιήθηκε με το άρθρο 2 του Π.Δ. 348/1996 (Φ.Ε.Κ. 348Α/17-09-1996), η Κεντρική Υπηρεσία διαρθρώνεται ως εξής:

- α) Διεύθυνση Οργάνωσης και Συντονισμού
- β) Διεύθυνση Ιατρικών Υπηρεσιών και Άμεσης Επέμβασης
- γ) Διεύθυνση Διοικητικών και Οικονομικών Υπηρεσιών
- δ) Γραφείο Προέδρου
- ε) Γραφείο Νομικών Υπηρεσιών

Η Διεύθυνση Οργάνωσης και Συντονισμού συγκροτείται από τα τμήματα (άρθρο 2 του Π.Δ. 376/1988 (Φ.Ε.Κ. 169Α/17-08-1988)):

- α) Οργάνωσης και Προγραμματισμού
- β) Συντονισμού
- γ) Πληροφορικής
- δ) Δημοσίων Σχέσεων
- ε) Τεχνικού

Το Τμήμα Τεχνικού περιλαμβάνει, το Συνεργείο Επισκευής Υπηρεσιακών Οχημάτων, το Γραφείο Τηλεπικοινωνιών, το Γραφείο Ηλεκτρομηχανολογικών Εγκαταστάσεων, το Γραφείο Κτιριακών Εγκαταστάσεων και το Γραφείο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας.

Το Ε.Κ.Α.Β. διαθέτει ιδιόκτητα πλήρως οργανωμένα και λειτουργικά Συνεργεία Επισκευής Υπηρεσιακών Οχημάτων, στην Κεντρική Υπηρεσία και στο Παράρτημα Θεσσαλονίκης για την τεχνική υποστήριξη του συνόλου των οχημάτων των δυο αυτών Περιφερειών και των τομέων ευθύνης. Στο Παράρτημα Ηρακλείου σε νοικιαζόμενο χώρο λειτουργεί συνεργείο για την εκτέλεση βασικών τεχνικών εργασιών. Στα υπόλοιπα Παρατήματα οι βλάβες μικρής έκτασης αντιμετωπίζονται από τεχνικούς υπαλλήλους του Ε.Κ.Α.Β. αλλά το σύνολο των υπολοίπων εργασιών συντήρησης και επισκευών πραγματοποιείται σε συμβεβλημένα ιδιωτικά ή και δημόσια συνέργεια άλλων φορέων.

4.5 Το Συνεργείο Επισκευής Υπηρεσιακών Οχημάτων της Κεντρικής Υπηρεσίας του Ε.Κ.Α.Β.

Στον οργανισμό του Ε.Κ.Α.Β., όπως αποτυπώνεται στο άρθρο 3, παράγραφος ε, εδάφια ε1 και ε2 του Π.Δ. 376/1988 (Φ.Ε.Κ. 169Α/17-08-1988), στο Τμήμα Τεχνικού ανήκει, "η ευθύνη για τη συντήρηση και επισκευή των εγκαταστάσεων των μέσων μεταφοράς και επικοινωνίας καθώς και του υπολοίπου τεχνολογικού εξοπλισμού του Ε.Κ.Α.Β. και των παραρτημάτων του, καθώς και των κτιριακών εγκαταστάσεων", όπως επίσης "η οργάνωση και λειτουργιών ειδικών συνεργείων για τη διαρκή συντήρηση και επισκευή των ασθενοφόρων και λοιπών αυτοκίνητων των κινητών μονάδων επείγουσας ιατρικής, ώστε να βρίσκονται σε διαρκεί ετοιμότητα".

4.5.1 Υποδομές, εγκαταστάσεις και εξοπλισμός

Το Συνεργείο στεγάζεται σε αυτόνομο χώρο της Κεντρικής Υπηρεσίας που έχει δημιουργηθεί για το σκοπό αυτό. Απαρτίζεται από ξεχωριστούς χώρους, στους οποίους πραγματοποιείται η εκτέλεση όλων των ζητούμενων τεχνικών εργασιών προληπτικής και επισκευαστικής συντήρησης επί του συνόλου των υπηρεσιακών οχημάτων της Κεντρικής Υπηρεσίας αλλά και οποιουδήποτε άλλου Παραρτήματος όποτε κι αν απαιτηθεί. Για το σκοπό αυτό υφίστανται οι εξής χώροι:

- Χώρος εκτέλεσης τεχνικών εργασιών συντήρησης και επισκευών, στο σύστημα παραγωγής ισχύος, πέδησης, διεύθυνσης, ανάρτησης, μετάδοσης κίνησης, επί των οχημάτων.
- Χώρος αποσυναρμολόγησης, επισκευής και συναρμολόγησης συστήματος παραγωγής ισχύος (κινητήρας) και εφαρμοστήριο.
- Χώρος αποσυναρμολόγησης, επισκευής και συναρμολόγησης συστήματος μετάδοσης κίνησης (κιβώτιο ταχυτήτων και διαφορικό).
- Χώρος εκτέλεσης τεχνικών εργασιών προληπτικής συντήρησης σύντομου χρόνου (βραχυχρόνια συντήρηση).
- Χώρος εκτέλεσης εργασιών συντήρησης και επισκευών στο ηλεκτρικό σύστημα του οχήματος (ηλεκτρολογείο).
- Χώρος εκτέλεσης εργασιών συντήρησης και επισκευών στο σύστημα θέρμανσης, αερισμού και κλιματιστικής εγκατάστασης.
- Χώρος εκτέλεσης εργασιών συντήρησης και επισκευών στο αμάξωμα, το πλαίσιο και την φανοποιεία του οχήματος (φανοποιείο).

- Χώρος επισκευής και αντικατάστασης ελαστικών επίσωτρων (βουλκανιζατέρ).
- Χώρος λιπαντικής συντήρησης οχημάτων και αντικατάστασης ελαιολιπαντικών υγρών (λιπαντήριο).
- Αυτόματο πλυντήριο για τον καθαρισμό των εξωτερικών επιφανειών των υπηρεσιακών οχημάτων.
- Χώρος εκτέλεσης τεχνικών εργασιών συντήρησης και επισκευών επί των δίκυκλων οχημάτων.
- Αποθήκη αναλωσίμων και ανταλλακτικών.

Για την τεχνική υποστήριξη και την εκτέλεση των εργασιών στα διάφορα οχήματα, ο κάθε χώρος διαθέτει τον απαραίτητο ειδικό εξοπλισμό, τα εργαλεία και τις ηλεκτρομηχανολογικές διατάξεις. Το σύστημα απαγωγής καυσαερίων, το σύστημα παραγωγής ξήρανσης και αποθήκευσης πεπιεσμένου αέρα, ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός ανύψωσης οχημάτων, το δοκιμαστήριο ηλεκτρικών διατάξεων, ο διαγνωστικός εξοπλισμός, αυτοματοποιημένο πλυντήριο καθώς και τα εξειδικευμένα επιμέρους εργαλεία και διατάξεις αναλόγως της φύσης των εργασιών αποτελούν τον πάγιο εξοπλισμό του συνεργείου.

Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός ανύψωσης οχημάτων (ανυψωτικές διατάξεις) χρησιμοποιείται για την εκτέλεση των εργασιών στο κάτω τμήμα των οχημάτων και καθορίζει τις θέσεις εργασίας και εξυπηρέτησης του Συνεργείου, χωρίς όμως να αποτελεί την μοναδική παράμετρο. Ο χώρος επισκευών μηχανικών συστημάτων διαθέτει πέντε (4) ηλεκτρομηχανικά δικόλωνα ανυψωτικά μηχανήματα για την αντιμετώπιση βλαβών μεγάλης έκτασης. Επίσης, στον ίδιο χώρο υπάρχουν και δυο (2) ηλεκτροϋδραυλικά τετρακόλωνα ανυψωτικά μηχανήματα για την αποκατάσταση βλαβών μικρότερης έκτασης καθώς και για την εκτέλεση εργασιών προληπτικής συντήρησης (βραχυχρόνια). Αντιστοίχως, το Ηλεκτρολογείο διαθέτει ένα (1) ηλεκτρομηχανικό δικόλωνα ανυψωτικό μηχανήματα, το Φανοποιείο και το Λιπαντήριο διαθέτουν από ένα (1) τετρακόλωνα ανυψωτικό μηχανήματα. Οι θέσεις εργασίας στην πράξη όμως δεν ταυτίζονται με τον αριθμό των ανυψωτικών μηχανημάτων καθώς μετά την αρχική διάγνωση- εκτίμηση της σοβαρότητας κάθε βλάβης και του απαιτούμενου χρόνου αποκατάστασης, πολλές εργασίες πραγματοποιούνται επί των οχημάτων χωρίς την ανάγκη χρήσης ανυψωτικών διατάξεων.

Η Αποθήκη ανταλλακτικών και αναλωσίμων βρίσκεται στον χώρο του Συνεργείου και διαθέτει περισσότερους από 3.500 ενεργούς κωδικούς (απογραφή Ιανουάριος 2017). Η προμήθεια των απαραίτητων ειδών ακολουθεί την πάγια τακτικά διαγωνιστικών διαδικασιών σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία (Νόμος 4412,Φ.Ε.Κ. 147Α/08-08-2016) και χαρακτηρίζεται από γραφειοκρατικές και χρονοβόρες διαδικασίες. Με τον τρόπο αυτό σημειώνονται μεγάλες ελλείψεις σε ανταλλακτικά και αναλώσιμα με αποτέλεσμα την καθυστέρηση επισκευής , την επιχειρησιακή ακινητοποίηση οχημάτων και τελικώς την δραματική αύξηση του χρόνου ανταπόκρισης σε περιστατικά.

4.5.2 Προσωπικό

Το συνεργείο της Κεντρικής Υπηρεσίας στελεχώνεται από μόνιμους υπαλλήλους διαφόρων ιδιοτήτων όπως αποτυπώνετε αναλυτικότερα στον ακόλουθο πίνακα.

Ιδιότητα	Αριθμός	Επίπεδο σπουδών	Σχέση Εργασίας
Πτυχιούχοι Μηχανικοί	3	Τριτοβάθμια εκπαίδευση	Μόνιμοι
Μηχανοτεχνίτες	10	Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	Μόνιμοι
Ηλεκτροτεχνίτες	5	Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	Μόνιμοι
Τεχνίτες αμαξωμάτων	3	Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	Μόνιμοι
Τεχνίτες βαφής αμαξωμάτων	1	Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	Μόνιμοι
Τεχνίτες ψυκτικών εγκαταστάσεων	2	Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	Μόνιμοι
Υπάλληλοι άλλων κλάδων με αποδεδειγμένες τεχνικές γνώσεις (αλλότρια καθήκοντα)	5	Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	Μόνιμοι
Διοικητικοί υπάλληλοι αποθήκης ανταλλακτικών και αναλωσίμων	3	Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	Μόνιμοι
Διοικητικοί υπάλληλοι (γραμματειακή υποστήριξη)	2	Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	Μόνιμοι
Υπάλληλοι καθαριότητας (πλύσιμο ασθενοφόρων)	2	Υποχρεωτική εκπαίδευση	Μόνιμοι
Μηχανοτεχνίτες	1	Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	Σύμβαση Ορισμένου Χρόνου
Σύνολο υπαλλήλων που απασχολούνται άμεσα ή έμμεσα, στην συντήρηση	37		

Πίνακας 5. Προσωπικό Συνεργείου Επισκευής Υπηρεσιακών Οχημάτων της Κεντρικής Υπηρεσίας του Ε.Κ.Α.Β. (πηγή: Γραμματεία Συνεργείου, ημερομηνία δεδομένων 28-11-2017)

Το τεχνικό προσωπικό του συνεργείου συνίσταται από μόνιμους υπαλλήλους που έχουν προσληφθεί μέσω σχετικών προκηρύξεων πρόσληψης από το Α.Σ.Ε.Π. και φέρουν τα ανάλογα πτυχία από Ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Μηχανικοί) και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Τεχνίτες). Η συνεχής κατάρτιση, εκπαίδευση και επιμόρφωση μέσω της συμμετοχής σε τεχνικά σεμινάρια και εκπαιδευτικά προγράμματα από τις αποκλειστικές εισαγωγικές εταιρείες-αποκλειστικές αντιπροσωπείες των οχημάτων και του εξοπλισμού τους, αποτελούν εχέγγυα για την τεχνική επάρκεια του προσωπικού και άρτια εκτέλεση των εργασιών σύμφωνα με το κατά περίπτωση ισχύον πρόγραμμα επισκευών και συντήρησης.

Οι υπάλληλοι άλλων ειδικοτήτων έχουν διατεθεί από άλλες Διευθύνσεις της Κεντρικής Υπηρεσίας στο Συνεργείο, για να συνδράμουν στην εκτέλεση εργασιών τεχνικής φύσεως, καθώς κατέχουν αποδεδειγμένη τεχνική γνώση, πιστοποιούμενη από σχετικά πτυχία τεχνικών σχολών, καλύπτοντας έτσι λειτουργικά κενά. Οι διοικητικοί υπάλληλοι της αποθήκης ανταλλακτικών και αναλωσίμων διαθέτουν τεχνικές γνώσεις, και έχουν την ευθύνη της απρόσκοπτης ροής ανταλλακτικών και αναλωσίμων απαιτητήτων για την τεχνική υποστήριξη του στόλου. Οι υπάλληλοι καθαριότητας είναι επιφορτισμένοι με το πλύσιμο και καθαρισμό των επισκευασμένων οχημάτων και τέλος οι διοικητικοί υπάλληλοι παρέχουν υπηρεσίες γραμματειακής υποστήριξης. Η αποθήκη ανταλλακτικών του Συνεργείου στελεχώνεται από τρεις (3) διοικητικούς υπαλλήλους με τεχνικές γνώσεις, που έχουν την μέριμνα για την υλοποίηση των προαναφερομένων.

Επίσης, στο συνεργείο του Ε.Κ.Α.Β. απασχολείται ένας υπάλληλος (μηχανοτεχνίτης) με σύμβαση εργασίας ορισμένου χρόνου μέσω προγράμματος απασχόλησης μακροχρόνια ανέργων, όπως επίσης και μαθητές των Επαγγελματικών Σχολών (ΕΠΑ.Σ) μαθητείας του Ο.Α.Ε.Δ., για την απόκτηση σχετικής εμπειρίας.

4.5.3 Εκτελούμενες εργασίες

Οι εργασίες που εκτελεί το προσωπικό του συνεργείου διακρίνονται σε τεχνικές εργασίες (Α), εργασίες γενικής φύσεως (Β) και εργασίες διαχείρισης αποθήκης (Γ).

A. Οι τεχνικές εργασίες σχετίζονται με την ιδιότητα των υπαλλήλων (πίνακας 2.5) και υπό το πρίσμα αυτό διακρίνονται σε:

1. Εργασίες Μηχανικού, οι οποίες περιλαμβάνουν:
 - Την επίβλεψη των εργασιών και καθοδήγηση των τεχνιτών
 - Την σύνταξη τεχνικών προδιαγραφών και προτύπων
 - Την διασφάλιση της ποιότητας
 - Την εκπόνηση μελετών
 - Την διερεύνηση τεχνικών συμβάντων και τη σύνταξη τεχνικών εκθέσεων (πραγματογνωμοσύνη)
 - Την υλοποίηση τεχνικών εκπαιδεύσεων
 - Την εποπτεία της αποθήκης ανταλλακτικών και αναλωσίμων

2. Εργασίες τεχνιτών, οι οποίες περιλαμβάνουν:
 - Την προληπτική (τακτική συντήρηση).
 - Την διάγνωση βλαβών.
 - Την επισκευαστική συντήρηση και αποκατάσταση βλαβών στα κύρια και επιμέρους υποσυστήματα των οχημάτων όπως αναφέρονται ακολούθως:
 - Εργασίες στο σύστημα ισχύος (κινητήρας), στο σύστημα μετάδοσης κίνησης, στο σύστημα διεύθυνσης, στο σύστημα ανάρτησης, στο σύστημα πέδησης και στο σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου.
 - Εργασίες στο ηλεκτρολογικό και ηλεκτρονικό σύστημα του οχήματος.
 - Εργασίες στο ηλεκτρομηχανολογικό τμήμα της διασκευής (σύστημα οπτικής και ακουστικής σήμανσης, ηλεκτρικό κύκλωμα τροφοδοσίας ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού).
 - Εργασίες στο σύστημα θέρμανσης, κλιματισμού και εξαερισμού του βασικού οχήματος και της διασκευής.
 - Εργασίες στο πλαίσιο, αμάξωμα και στη φανοποιεία του οχήματος.
 - Εργασίες αποκατάστασης εξωτερικού χρωματισμού του αμαξώματος (βαφή)
 - Εργασίες στον πρόσθετο εξοπλισμό της διασκευής (μέσα και είδη συγκράτησης εξοπλισμού μεταφοράς ασθενών, ερμάρια, εσωτερική πολυεστερική επένδυση κ.τ.λ.).
 - Εργασίες επισκευών δίκυκλων οχημάτων.
 - Εργασίες επισκευής και αντικατάστασης ελαστικών επίσωτρων.

- Εργασίες λιπαντικής συντήρησης συστήματος παραγωγής ισχύος και συστήματος μετάδοσης κίνησης.

Το σύνολο των προαναφερόμενων εργασιών παρέχονται αποκλειστικά από το Συνεργείο, ωστόσο συμπληρωματικές εργασίες, απαραίτητες για την επισκευή των οχημάτων, εξαιτίας έλλειψης τεχνογνωσίας, εξειδίκευσης, ειδικού εξοπλισμού και σε κάποιες περιπτώσεις σχετικών αδειών άσκησης επαγγέλματος, πραγματοποιούνται με τη μορφή ετήσιων συμβάσεων από εξωτερικά συνεργεία κατόπιν σχετικών δημόσιων διαγωνιστικών διαδικασιών.

Β. Οι εργασίες γενικής φύσεως περιλαμβάνουν, την γραμματειακή υποστήριξη από τους διοικητικούς υπαλλήλους, τον καθαρισμό των οχημάτων μετά το πέρας των εργασιών και την συμμετοχή του συνόλου του προσωπικού, παράλληλα με τα κύρια καθήκοντα τους, σε τεχνικές ή λοιπές επιτροπές δημοσίων διαγωνιστικών διαδικασιών για την προμήθεια υλικών και υπηρεσιών.

Γ. Οι εργασίες αποθήκης περιλαμβάνουν:

- Την παρακολούθηση του διαθέσιμου αποθεματικού των ανταλλακτικών, εξαρτημάτων κι αναλώσιμων καθώς και την μέριμνα για την ολοκλήρωση όλων των διαδικασιών έγκαιρης προμήθειας τους.
- Την παραγγελία μέσω διαγωνιστικών διαδικασιών ανταλλακτικών και αναλώσιμων για τα οχήματα της Κεντρικής Υπηρεσίας.
- Την διάθεση ανταλλακτικών, εξαρτημάτων κι αναλώσιμων στα προς επισκευή οχήματα.
- Την πλήρη καταγραφή μέσω μηχανογραφικού συστήματος των εισερχόμενων και των εξερχόμενων ανταλλακτικών, εξαρτημάτων και αναλώσιμων καθώς και τη σύνδεση αυτών με το όχημα που τοποθετούνται.
- Την μέριμνα διάθεσης και αποστολής ανταλλακτικών, εξαρτημάτων κι αναλώσιμων στα υπόλοιπα Παραρτήματα σε περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η κατά τόπους προμήθεια.
- Την ετήσια απογραφή του αποθεματικού σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία.

4.5.4 Τρόπος λειτουργίας Συνεργείου

Οι τεχνικές εργασίες προληπτικής και επισκευαστικής συντήρησης αφορούν το σύνολο των οχημάτων που επιχειρούν στην Κεντρική Υπηρεσία και στους νομούς ευθύνης

Εύβοιας και Βοιωτίας. Στον ακόλουθο πίνακα αποτυπώνεται η κατανομή και το πλήθος των οχημάτων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ/ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	ΝΟΜΟΙ ΕΥΘΥΝΗΣ	ΑΣΘ/ΡΑ	ΚΙΜ	ΜΟΤΟ	ΕΠΙΒ	ΛΟΙΠ ΟΧΗΜ	ΣΥΝΟΛΟ
Ε.Κ.Α.Β. ΑΘΗΝΩΝ/ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	163	30	22	7	5	227
	ΕΥΒΟΙΑΣ	15	2	-	-	-	17
	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	11	1	-	-	-	12
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΟΧΗΜΑΤΩΝ							256

Πίνακας 6. Κατανομή επίγειων μέσων Ε.Κ.Α.Β. (πηγή: Γραφείο Διαχείρισης Υλικού της Κεντρικής Υπηρεσίας του Ε.Κ.Α.Β., ημερομηνία δεδομένων 28-11-2017)

Οι αποτυχημένες προσπάθειες διαγωνιστικών διαδικασιών προμήθειας καινούργιων ασθενοφόρων αποτελούν την κύρια αιτία μη ανανέωσης του στόλου με αποτέλεσμα την χρήση ασθενοφόρων παλαιάς τεχνολογίας, επιχειρησιακά και ηλικιακά γηρασμένων, με υψηλή συχνότητα εμφάνισης βλαβών. Οι δύσκολες συνθήκες κίνησης στον πυκνοκατοικημένο αστικό ιστό, η συνεχή λειτουργία σε συνθήκες τεχνικά μη ενδεδειγμένες για μεγάλα χρονικά διαστήματα, η χρήση από άτομα διαφορετικών ικανοτήτων οδήγησης, ο υπερβολικά υψηλός μέσος ετήσιος αριθμός διανυομένων χιλιομέτρων (άνω των 70.000 χλμ) σε συνδυασμό με την παλαιότητα αποτελούν τις κύριες αιτίες πρόκλησης βλαβών. Το πρόβλημα γίνεται ακόμη εντονότερο αν συνυπολογιστούν ακόμη οι δυσκολίες εξεύρεσης ανταλλακτικών καθώς έχει παύσει η παραγωγή τους για οχήματα που δεν παράγονται πλέον εδώ και χρόνια, μιας και έχει παρέλθει η σχετική δεκαετή υποχρέωση της εταιρείας βάσει των τεχνικών προδιαγραφών της σύμβασης προμήθειας και της κείμενης ευρωπαϊκής. Το Συνεργείο καλείται να υλοποιήσει ένα πρόγραμμα επισκευών και συντήρησης με πολλές απαιτήσεις, ιδιαιτερότητες και πολλές εγγενείς αντιξοότητες.

Το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης που ακολουθείται και, κατ' επέκταση, ο προγραμματισμός εργασιών δεν βασίζεται στον αριθμό διανυθέντων χιλιομέτρων όπως προτείνεται μέσα από το πρόγραμμα συντήρησης των εργοστασίων κατασκευής. Αντιθέτως, έχει υιοθετηθεί και εφαρμόζεται η υλοποίηση της προληπτικής συντήρησης σε εβδομαδιαία βάση. Το σύνολο των οχημάτων της Κεντρικής Υπηρεσίας προσέρχεται την ίδια ημέρα της εβδομάδας στο συνεργείο για τη διενέργεια προληπτικού ελέγχου. Με τον τρόπο αυτό, προλαμβάνονται, αποτρέπονται και αντιμετωπίζονται βλάβες οι οποίες σε κάθε άλλη περίπτωση θα είχαν μεγαλύτερη έκταση και υπό το πρίσμα αυτό θα

απαιτούσαν την ανάγκη ανάλωσης περισσότερων πόρων (κόστος, χρόνος, ενέργεια, προσωπικό κ.τ.λ.) για την αποκατάσταση τους. Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται κάποια στατιστικά στοιχεία που σχετίζονται με τον αριθμό των ετήσιων διελεύσεων υπηρεσιακών οχημάτων από το Συνεργείο του Ε.Κ.Α.Β.

Έτος	Συνολικός αριθμός οχημάτων προς συντήρηση και επισκευή (διελεύσεις)	Μέσος όρος οχημάτων ανά ημέρα (Συνολικός αριθμός / 365 ημέρες)	Ποσοστό αύξησης συνολικού αριθμού διελεύσεων σε σχέση με το προηγούμενο έτος (%)
2010	7.642	20,93	-
2011	7.780	21,31	1,85
2012	7.909	21,66	1,66
2013	8.701	23,84	10,01
2014	8.912	24,42	2,42
2015	9.812	26,89	10,10
2016	9.852	26,99	0,41

Πίνακας 7. Στατιστικά στοιχεία ετήσιων διελεύσεων υπηρεσιακών οχημάτων από το Συνεργείο του Ε.Κ.Α.Β. (πηγή: Γραφείο Κίνησης ασθενοφόρων του Ε.Κ.Α.Β.)

Το Συνεργείο της κεντρικής υπηρεσίας του Ε.Κ.Α.Β. λειτουργεί καθημερινά και αδιαλείπτως καθόλη την διάρκεια του έτους με ωράριο λειτουργίας 06.00 π.μ. έως 14.00 με μία ώρα υπερωριακή απασχόληση (14.00- 15.00), παρέχοντας τεχνική υποστήριξη στο σύνολο των υπηρεσιακών οχημάτων. Για την αντιμετώπιση του φόρτου εργασίας και την ταχύτερη διεκπεραίωση των εργασιών, το τεχνικό προσωπικό έχει καταταχθεί σε δυο ομάδες εργασίας, που εναλλάσσονται μεταξύ τους ανά εβδομάδα. Η πρώτη εργάζεται από Δευτέρα έως Κυριακή με ανάπαυση τις ημέρες Δευτέρα και Τρίτη της ερχόμενης εβδομάδας και η δεύτερη εργάζεται από Τετάρτη έως Παρασκευή με ανάπαυση τις ημέρες Σάββατο και Κυριακή. Η εναλλαγή των ομάδων συνεχίζεται σε όλη τη διάρκεια του έτους για το προαναφερόμενο ωράριο εργασίας. Τούτο σημαίνει ότι, τις ημέρες Δευτέρα έως Τρίτη και Σάββατο έως Κυριακή οι τεχνικές εργασίες παρέχονται από μια ομάδα εργασίας ενώ τις ημέρες Τετάρτη έως Παρασκευή συνυπάρχουν και οι δυο ομάδες. Το σύνολο του προσωπικού εκτός των Μηχανικών Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης

και των υπαλλήλων που εκτελούν διοικητικά καθήκοντα ακολουθούν το πρόγραμμα που προαναφέρθηκε. Στον ακόλουθο πίνακα αποτυπώνεται η εναλλαγή των ομάδων εργασίας σε χρονικό διάστημα δυο συνεχόμενων εβδομάδων.

Εβδομάδα 1η (06:00π.μ. - 14:00)							
	Δευτέρα	Τρίτη	Τετάρτη	Πέμπτη	Παρασκευή	Σάββατο	Κυριακή
Ομάδα Α	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Εργασία
Ομάδα Β	Ανάπαυση	Ανάπαυση	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Ανάπαυση	Ανάπαυση
Μηχανικοί Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης και Διοικητικό Προσωπικό	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Ανάπαυση	Ανάπαυση
Εβδομάδα 2η (06:00π.μ. - 14:00)							
	Δευτέρα	Τρίτη	Τετάρτη	Πέμπτη	Παρασκευή	Σάββατο	Κυριακή
Ομάδα Α	Ανάπαυση	Ανάπαυση	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Ανάπαυση	Ανάπαυση
Ομάδα Β	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Εργασία
Μηχανικοί Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης και Διοικητικό Προσωπικό	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Εργασία	Ανάπαυση	Ανάπαυση

Πίνακας 8. Εναλλαγή ομάδων εργασίας τεχνικού και λοιπού προσωπικού Συνεργείου Ε.Κ.Α.Β.

Το ημερήσιο πρόγραμμα προληπτικής και επισκευαστικής συντήρησης, προβλέπει περί τις είκοσι 20 προγραμματισμένες διελεύσεις ασθενοφόρων και λοιπών οχημάτων. Ο αριθμός αυτός μπορεί να είναι μικρότερος σε περιπτώσεις που εξαιτίας έλλειψης εφεδρικών οχημάτων, κάποια ασθενοφόρα παραμένουν σε επιχειρησιακή δράση με αποτέλεσμα να προκύπτουν ανατροπές στο πρόγραμμα συντήρησης τους. Από την άλλη, όμως, ο αριθμός των εισερχομένων οχημάτων δύναται να αυξηθεί σημαντικά αν συνυπολογιστούν και τα οχήματα που προσέρχονται μετά από την εμφάνιση έκτακτων βλαβών. Επιπλέον, υπάρχει καθημερινή επιβάρυνση του προγράμματος για την παροχή επισκευαστικών εργασιών σε οχήματα άλλων Παραρτημάτων που προσέρχονται στην Κεντρική Υπηρεσία, ύστερα από διακομιδές περιστατικών σε νοσηλευτικά ιδρύματα της Αττικής. Τέλος, δεν μπορεί να αμεληθεί και ο παράγοντας της εποχικότητας στην προσέλευση των οχημάτων στο Συνεργείο του Ε.Κ.Α.Β.. Πιο συγκεκριμένα, τους καλοκαιρινούς μήνες παρατηρείται αύξηση του φόρτου εργασίας καθώς οι υψηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος και οι δύσκολες συνθήκες κίνησης στον

πυκνοκατοικημένο αστικό ιστό της πρωτεύουσας, αποτελούν τις κύριες αιτίες εμφάνισης βλαβών στα κύρια και δευτερεύοντα συστήματα των οχημάτων.

Αναλυτικότερα, καθημερινά ένα σύνολο οχημάτων προσέρχεται προς υλοποίηση της τακτικής συντήρησης και πιθανών εργασιών επισκευής. Τα οχήματα αυτά, αυτομάτως τίθενται εκτός επιχειρησιακής λειτουργίας από συντονιστικό κέντρο μέχρι το πέρας των εργασιών. Πριν την είσοδο στο συνεργείο καταγράφεται ο αριθμός κυκλοφορίας, ο χρόνος άφιξης και μια συνοπτική περιγραφή των απαιτούμενων εργασιών (προγραμματισμένη συντήρηση ή έκτακτη βλάβη). Στη συνέχεια και αν δεν υπάρχει ουρά αναμονής εξαιτίας της μιας εισόδου στο Συνεργείο, το όχημα οδηγείται διαδοχικά σε όλους τους χώρους για προληπτικούς ελέγχους σε όλα τα συστήματα (προληπτική συντήρηση) ή στον ανάλογο χώρο για επισκευής (έκτακτη βλάβη). Η έξοδος ολοκληρώνεται με το πλύσιμο του ασθενοφόρου όποτε και σημειώνεται ως ο καταληκτικός χρόνος λήξης των εργασιών επισκευής. Το Γραφείο Κινήσεως Ασθενοφόρων, ενημερώνει το πλήρωμα για την παραλαβή του οχήματος προς χρήση και παράλληλα το Συντονιστικό Κέντρο για την επανένταξη στην επιχειρησιακή δύναμη.

Οι προτεινόμενοι χρόνοι επισκευών μέσω σχετικών εφαρμογών και προγραμμάτων συντήρησης των εργοστασίων κατασκευής αυτοκινήτων, δεν βρίσκουν εφαρμογή στο Συνεργείο του Ε.Κ.Α.Β.. Οι απαιτούμενοι χρόνοι όπως καθορίζονται μέσα από εφαρμογές με συγκεκριμένο αριθμό εργατωρών για την πραγματοποίηση οποιασδήποτε εργασίας μπορεί να αποτελούν κοινή τακτική λειτουργίας του συνόλου των συνεργείων, όμως κάτι τέτοιο δεν έχει υιοθετηθεί από το Συνεργείο του Ε.Κ.Α.Β.. Η παραμονή του ασθενοφόρου για οποιοδήποτε λόγο αναμονή στις εγκαταστάσεις του Συνεργείου, αυτομάτως επιφέρουν την επιχειρησιακή ακινητοποίηση, ανατρέπουν τον σχεδιασμό της Υπηρεσίας γενικότερα και τελικώς αυξάνονται οι χρόνοι εξυπηρέτησης των πολιτών.

Κεφάλαιο 5

Μεθοδολογία και Έρευνα

5.1 Μέθοδος διεξαγωγής της έρευνας

Για την μελέτη χρησιμοποιήθηκαν πρωτογενή δεδομένα που συλλέχθηκαν κατόπιν σχετικής άδειας που χορηγήθηκε από το Επιστημονικό και το Διοικητικό Συμβούλιο του Ε.Κ.Α.Β.. Εν συνεχεία, τα στοιχεία αυτά με την εφαρμογή του μοντέλου που προσεγγίζει κατά τον καλύτερο τρόπο την συγκεκριμένη περίπτωση, υπέστησαν επεξεργασία για την αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διατριβή, αφορούν την λειτουργία του Συνεργείου για τον μήνα Νοέμβριο 2017 και έχουν διατεθεί από Γραφείο Κίνησης Ασθενοφόρων Οχημάτων της Κεντρικής Υπηρεσίας του Ε.Κ.Α.Β.. Τα στοιχεία αναφέρονται σε χρόνους εισόδου, έναρξης των εργασιών επισκευών και εξόδου των υπηρεσιακών οχημάτων από το Συνεργείο. Ελλείπει σχετικού λογισμικού μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, τα στοιχεία αυτά σημειώνονται χειρόγραφα σε καθημερινή βάση και διατηρούνται σε έντυπη μορφή. Επίσης, οι χρόνοι έναρξης των εργασιών δεν αποτυπώνονται πουθενά κατά την καθημερινή λειτουργία και έτσι σημειώθηκαν για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα από τον ερευνητή και από άλλους υπαλλήλους του χώρου κατόπιν σχετικής ενημέρωσης σχετικά με την χρησιμότητα ορθής καταγραφής αυτών.

5.2 Διεξαγωγή της έρευνας

Για την καταγραφή και επεξεργασία των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Microsoft Excel. Η εφαρμογή αυτή αποτελεί μέρος του πακέτου Microsoft Office και αποτελείται από λογιστικά φύλλα, μέσω των οποίων κάποιες από τις πολλές δυνατότητες που προσφέρονται είναι, η καταχώρηση δεδομένων, η επεξεργασία, η εκτέλεση μαθηματικών υπολογισμών και η σχεδίαση γραφημάτων. Τα λογιστικά φύλλα

αποτελούνται από γραμμές και στήλες που σχηματίζουν κελιά. Στα κελιά αυτά μπορούν να καταχωρηθούν δεδομένα οποιασδήποτε μορφής.

Επίσης, χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή ελεύθερου λογισμικού PSPP ως στατιστικό εργαλείο για την ανάλυση δειγμάτων δεδομένων και για τον έλεγχο των στοιχείων. Η εφαρμογή αυτή αποτελεί την εναλλακτική και χωρίς κόστος προσέγγιση στην αντίστοιχη και ευρέως διαδεχομένη εφαρμογή SPSS Statistics της εταιρείας IBM, ενώ δεν συνοδεύεται από ψηφιακούς περιορισμούς και απαιτήσεις αγοράς αδειών χρήσης.

Στην παρούσα διατριβή με χρήση του προγράμματος PSPP πραγματοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος στα καταγεγραμμένα δεδομένα αφίξεων και εξυπηρετήσεων για να διαπιστωθεί αν ακολουθούν την κατανομή Poisson.

Αρχικά τα πρωτογενή δεδομένα που λήφθηκαν από τα ανάλογα έντυπα του Ε.Κ.Α.Β. καταχωρήθηκαν σε λογιστικό φύλλο της εφαρμογής Microsoft Excel με την ονομασία "Δεδομένα". Το έντυπο αλλά και τα δεδομένα αυτά παρατίθενται στο Παράρτημα. Στον ακόλουθο πίνακα αποτυπώνεται ένα μέρος των στοιχείων που καταχωρήθηκαν στο λογιστικό φύλλο "Δεδομένα" για δύο ημέρες του μήνα Νοέμβριου.

Ημέρα	Ημερομηνία	A/α	Αριθμός Κυκλοφ.	Ώρα εισόδου [ω:λλ]	Ώρα έναρξης εργασιών [ω:λλ]	Ώρα εξόδου [ω:λλ]
Τετάρτη	1/11/2017	1	6339	6:30	6:35	8:35
Αριθμός εισερχομένων οχημάτων ημέρας	14	2	9938	6:50	6:55	11:10
		3	7091	7:40	7:48	10:00
		4	6929	8:00	8:20	8:50
		5	6238	8:00	8:26	9:00
		6	7432	8:16	8:33	9:30
		7	6432	8:25	8:36	9:00
		8	6467	9:00	9:12	9:40
		9	6374	9:00	9:16	9:50
		10	6408	9:15	9:35	11:00
		11	6343	9:27	9:35	10:30
		12	6194	9:50	9:50	11:10
		13	5271	10:00	10:09	10:40
		14	6337	10:30	10:45	11:30
		Πέμπτη	2/11/2017	15	KHI6188	6:10
Αριθμός εισερχομένων οχημάτων ημέρας	15	16	KHI6338	6:10	6:15	8:40
		17	KHI6402	7:50	7:55	8:55
		18	KHI6415	8:00	8:05	9:10
		19	KHI9778	8:05	8:15	9:20
		20	KHI6455	8:30	8:45	11:00

21	KH16977	9:05	9:07	10:20
22	KHY8451	9:15	9:30	11:50
23	KH16240	9:48	9:58	11:05
24	KH16244	10:28	10:37	12:20
25	KH16388	10:30	10:40	12:50
26	KH11368	10:30	11:15	12:15

Πίνακας 9. Μέρος στοιχείων στο λογιστικό φύλλο "Δεδομένα" της εφαρμογής Microsoft Excel

Στο φύλλο "Δεδομένα" υπάρχουν οι εξής στήλες:

- Ημέρα.
- Ημερομηνία.
- Α/α: ο αύξων αριθμός του εισερχόμενου οχήματος.
- Αριθμός κυκλοφορίας, του κάθε εισερχόμενου οχήματος.
- Ώρα εισόδου με προσαρμοσμένη μορφοποίηση ω:λλ (ώρα και λεπτά), που αφορά την είσοδο του οχήματος στο σύστημα (Συνεργείο).
- Ώρα έναρξης εργασιών με προσαρμοσμένη μορφοποίηση ω:λλ (ώρα και λεπτά), που αφορά τον χρόνο έναρξης των απαιτούμενων εργασιών μετά την αναμονή για την καταγραφή των απαραίτητων στοιχείων στην είσοδο ή την αναμονή σε ουρά λόγω φόρτου εργασίας.
- Ώρα εξόδου με προσαρμοσμένη μορφοποίηση ω:λλ (ώρα και λεπτά), που αφορά το πέρας των εργασιών και την απομάκρυνση από το σύστημα.
- Αριθμός εισερχομένων οχημάτων με χρήση της εξίσωσης COUNT(δεδομένα της στήλης Α/α).

Κεφάλαιο 6

Αποτελέσματα

6.1 Ανάλυση

Το Συνεργείο του Ε.Κ.Α.Β. για τους σκοπούς της παρούσας διατριβής, θα θεωρηθεί ως ένα σύστημα αναμονής με θέσεις εξυπηρέτησης που ταυτίζονται με τα ανυψωτικά μηχανήματα ($s=9$). Ο αριθμός των θέσεων εξυπηρέτησης θεωρείται σταθερός, κάτι που στην καθημερινότητα δεν μπορεί να ισχύει καθώς πολλές εργασίες πραγματοποιούνται χωρίς την απαίτηση ανύψωσης. Αμφότερες οι ομάδες εργασίας απαρτίζονται από 13 τεχνικούς υπαλλήλους. Τις ημέρες από Σάββατο έως Τρίτη οι εργασίες συντήρησης και επισκευών παρέχονται από τους 13 υπαλλήλους της μίας ομάδας εργασίας. Κατά τις ημέρες από Τετάρτη έως Παρασκευή οι δυο ομάδες συνυπάρχουν, οπότε ο αριθμός των τεχνικών υπαλλήλων ανέρχεται αθροιστικά στους 26. Κατά την ανάλυση θα εξεταστεί, η μεταβολή των δεικτών απόδοσης του συστήματος για μια ομάδα εργασίας καθώς και για την ταυτόχρονη συνύπαρξη και των δυο ομάδων εργασίας.

Για την προσέγγιση του προβλήματος τα στοιχεία διαχωρίστηκαν και δημιουργήθηκαν δυο καινούργια λογιστικά φύλλα με τις ονομασίες "Μονή ομάδα εργασίας" και "Διπλή ομάδα εργασίας". Στο πρώτο φύλλο καταχωρήθηκαν όλα τα στοιχεία για τις ημέρες από Σάββατο έως και Τρίτη, όπου εργάζεται η μία ομάδα εργασίας και αντιστοίχως στο δεύτερο φύλλο, καταχωρήθηκαν τα στοιχεία για τις ημέρες από Τετάρτη έως και Παρασκευή όπου εργάζονται και οι δυο ομάδες εργασίας. Ως ώρα εισόδου στο σύστημα και στις δύο περιπτώσεις έχει τεθεί η ώρα έναρξης της λειτουργιάς του Συνεργείου, δηλαδή 06:00 π.μ. Στους ακόλουθους πίνακες παρατίθενται ένα μέρος των στοιχείων που καταχωρήθηκαν στα λογιστικά φύλλα "Μονή ομάδα εργασίας" και "Διπλή ομάδα εργασίας".

Ημέρα	Ημερομηνία	A/α	Αριθμός Κυκλοφ.	Ώρα εισόδου	Ώρα έναρξης εργασιών	Ώρα εξόδου	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [ω:λλ]	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [λεπτά]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [ω:λλ]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [λεπτά]	Συνολικός χρόνος εργασιών [λεπτά]	Συνολικός χρόνος παραμονής στο σύστημα [ω:λλ]	Συνολικός χρόνος παραμονής στο σύστημα [λεπτά]
Σάββατο	4/11/2017	6:00											
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	15	1	KHI6410	6:00	6:03	11:05	0:00	0	0:03	3	302	5:05	305
		2	KHI6311	6:15	6:20	9:20	0:15	15	0:05	5	180	3:05	185
		3	KHI6365	6:15	6:25	8:10	0:00	0	0:10	10	105	1:55	115
		4	KHI6450	6:15	6:25	7:50	0:00	0	0:10	10	85	1:35	95
		5	KHI6345	6:15	6:30	7:40	0:00	0	0:15	15	70	1:25	85
		6	KHI7433	6:15	6:35	8:00	0:00	0	0:20	20	85	1:45	105
		7	KHI6379	7:50	7:58	10:10	1:35	95	0:08	8	132	2:20	140
		8	KHI6927	7:54	8:12	9:00	0:04	4	0:18	18	48	1:06	66
		9	KHI7457	8:05	8:15	8:50	0:11	11	0:10	10	35	0:45	45
		10	KHI7492	8:08	8:28	9:10	0:03	3	0:20	20	42	1:02	62
		11	KHI1391	9:20	9:40	10:20	1:12	72	0:20	20	40	1:00	60
		12	KHI6295	10:00	10:20	10:30	0:40	40	0:20	20	10	0:30	30
		13	KHI6409	10:25	10:35	11:15	0:25	25	0:10	10	40	0:50	50
		14	KHI6318	10:27	10:47	11:45	0:02	2	0:20	20	58	1:18	78
		15	KHI6401	10:44	10:54	11:30	0:17	17	0:10	10	36	0:46	46
Κυριακή	5/11/2017	6:00											
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	13	16	KHI9922	6:30	6:34	8:45	0:30	30	0:04	4	131	2:15	135
		17	KHI1357	6:30	6:36	8:25	0:00	0	0:06	6	109	1:55	115
		18	KHI1357	6:30	6:40	8:35	0:00	0	0:10	10	115	2:05	125
		19	KHI6332	6:30	6:41	8:00	0:00	0	0:11	11	79	1:30	90
		20	KHI7393	6:30	6:30	8:10	0:00	0	0:00	0	100	1:40	100
		21	KHI9771	6:30	6:50	7:45	0:00	0	0:20	20	55	1:15	75

Πίνακας 10. Μέρος καταχωρήσεων στο λογιστικό φύλλο "Μονή ομάδα εργασίας" της εφαρμογής Microsoft Excel

A/α	Αριθμός Κυκλοφ.	Ώρα εισόδου	Ώρα έναρξης εργασιών	Ώρα εξόδου	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [ω:λλ]	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [λεπτά]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [ω:λλ]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [λεπτά]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [ω:λλ]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [λεπτά]	Συνολικός χρόνος εργασιών [λεπτά]	Συνολικός χρόνος παραμονής στο σύστημα [ω:λλ]	Συνολικός χρόνος παραμονής στο σύστημα [λεπτά]
Τετάρτη	1/11/2017	6:00											
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	14	1	6339	6:30	6:35	8:35	0:30	30	0:05	5	120	2:05	125
		2	9938	6:50	6:55	11:10	0:20	20	0:05	5	255	4:20	260
		3	7091	7:40	7:48	10:00	0:50	50	0:08	8	132	2:20	140
		4	6929	8:00	8:20	8:50	0:20	20	0:20	20	30	0:50	50
		5	6238	8:00	8:26	9:00	0:00	0	0:26	26	34	1:00	60
		6	7432	8:16	8:33	9:30	0:16	16	0:17	17	57	1:14	74
		7	6432	8:25	8:39	9:00	0:09	9	0:14	14	21	0:35	35
		8	6467	9:00	9:12	9:40	0:35	35	0:12	12	28	0:40	40
		9	6374	9:00	9:20	9:50	0:00	0	0:20	20	30	0:50	50
		10	6408	9:15	9:35	11:00	0:15	15	0:20	20	85	1:45	105
		11	6343	9:27	9:39	10:30	0:12	12	0:12	12	51	1:03	63
		12	6194	9:50	9:50	11:10	0:23	23	0:00	0	80	1:20	80
		13	5271	10:00	10:09	10:40	0:10	10	0:09	9	31	0:40	40
		14	6337	10:30	10:45	11:30	0:30	30	0:15	15	45	1:00	60
Πέμπτη	2/11/2017	6:00											
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	15	15	KHI6188	6:10	6:20	12:50	0:10	10	0:10	10	390	6:40	400
		16	KHI6338	6:10	6:15	8:40	0:00	0	0:05	5	145	2:30	150
		17	KHI6402	7:50	7:55	8:55	1:40	100	0:05	5	60	1:05	65
		18	KHI6415	8:00	8:05	9:10	0:10	10	0:05	5	65	1:10	70
		19	KHI9778	8:05	8:15	9:20	0:05	5	0:10	10	65	1:15	75

Πίνακας 11. Μέρος καταχωρήσεων στο λογιστικό φύλλο "Διπλή ομάδα εργασίας" της εφαρμογής Microsoft Excel

Στα προαναφερόμενα λογιστικά φύλλα "Μονή ομάδα εργασίας" και "Διπλή ομάδα εργασίας", επιπλέον των στηλών που αναλύθηκαν στο φύλλο "Δεδομένα", υπάρχουν και οι εξής στήλες

- Στήλη Η. Χρόνος μεταξύ των αφίξεων με προσαρμοσμένη μορφοποίηση ω:λλ (ώρα και λεπτά). Για την εύρεση του χρόνου αφαιρείται ο χρόνος της προηγούμενης άφιξης από την τωρινή. Ως αρχή για τους υπολογισμούς λαμβάνεται η ώρα έναρξης των εργασιών του χώρου, δηλαδή 06:00π.μ. εξίσωση αφαίρεσης του προηγούμενου χρόνου άφιξης από τον επόμενο.

H5		=E5-E4							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Ημέρα	Ημερομηνία	A/α	Αριθμός Κυκλοφ.	Ώρα εισόδου	Ώρα έναρξης εργασιών	Ώρα εξόδου	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [ω:λλ]	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [λεπτά]
3									
4	Σάββατο	4/11/2017			6:00		6:00		
5	Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημερας	15	1	KHI6410	6:00	6:03	11:05	0:00	0
6			2	KHI6311	6:15	6:20	9:20	0:15	15
7			3	KHI6365	6:15	6:25	8:10	0:00	0
8			4	KHI6450	6:15	6:25	7:50	0:00	0
9			5	KHI6345	6:15	6:30	7:40	0:00	0
10			6	KHI7433	6:15	6:35	8:00	0:00	0
11			7	KHI6379	7:50	7:58	10:10	1:35	95
12			8	KHI6927	7:54	8:12	9:00	0:04	4
13			9	KHI7457	8:05	8:15	8:50	0:11	11
14			10	KHI7492	8:08	8:28	9:10	0:03	3
15			11	KHI1391	9:20	9:40	10:20	1:12	72
16			12	KHI6295	10:00	10:20	10:30	0:40	40
17			13	KHI6409	10:25	10:35	11:15	0:25	25
18			14	KHI6318	10:27	10:47	11:45	0:02	2
19			15	KHI6401	10:44	10:54	11:30	0:17	17

Εικόνα 3. Εξίσωση υπολογισμού χρόνου μεταξύ διαδοχικών αφίξεων

- Στήλη Ι. Χρόνος μεταξύ των αφίξεων σε λεπτά. Για την εύρεση του χρόνου αυτού απλά μετατρέπεται η τιμή της προηγούμενης στήλης σε λεπτά με την εισαγωγή της εξίσωσης που φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.

I5		=H5*24*60								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Ημέρα	Ημερομηνία	A/α	Αριθμός Κυκλοφ.	Ώρα εισόδου	Ώρα έναρξης εργασιών	Ώρα εξόδου	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [ω:λλ]	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [λεπτά]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [ω:λλ]
3										
4	Σάββατο	4/11/2017			6:00		6:00			
5	Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημερας	15	1	KHI6410	6:00	6:03	11:05	0:00	0	0:03
6			2	KHI6311	6:15	6:20	9:20	0:15	15	0:05
7			3	KHI6365	6:15	6:25	8:10	0:00	0	0:10
8			4	KHI6450	6:15	6:25	7:50	0:00	0	0:10
9			5	KHI6345	6:15	6:30	7:40	0:00	0	0:15
10			6	KHI7433	6:15	6:35	8:00	0:00	0	0:20
11			7	KHI6379	7:50	7:58	10:10	1:35	95	0:08
12			8	KHI6927	7:54	8:12	9:00	0:04	4	0:18
13			9	KHI7457	8:05	8:15	8:50	0:11	11	0:10
14			10	KHI7492	8:08	8:28	9:10	0:03	3	0:20
15			11	KHI1391	9:20	9:40	10:20	1:12	72	0:20
16			12	KHI6295	10:00	10:20	10:30	0:40	40	0:20
17			13	KHI6409	10:25	10:35	11:15	0:25	25	0:10
18			14	KHI6318	10:27	10:47	11:45	0:02	2	0:20
19			15	KHI6401	10:44	10:54	11:30	0:17	17	0:10

Εικόνα 4. Εξίσωση υπολογισμού χρόνου μεταξύ διαδοχικών αφίξεων σε λεπτά

- Στήλη J. Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών με προσαρμοσμένη μορφοποίηση ω:λλ(ώρα και λεπτά). Το στοιχείο αυτό αφορά την διάρκεια αναμονής κάθε οχήματος πριν την έναρξη των απαιτούμενων εργασιών. Για την εύρεση της τιμής αυτής, αφαιρείται από ο χρόνος εισόδου από τον χρόνο έναρξης των εργασιών συντήρησης και επισκευής.

Ημέρα	Ημερομηνία	A/α	Αριθμός Κυκλοφ.	Ωρα εισόδου	Ωρα έναρξης εργασιών	Ωρα εξόδου	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [ω:λλ]	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [λεπτά]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [ω:λλ]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [λεπτά]
Σάββατο	4/11/2017			6:00		6:00				
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημερας	15	1	KH16410	6:00	6:03	11:05	0:00	0	0:03	3
		2	KH16311	6:15	6:20	9:20	0:15	15	0:05	5
		3	KH16365	6:15	6:25	8:10	0:00	0	0:10	10
		4	KH16450	6:15	6:25	7:50	0:00	0	0:10	10
		5	KH16345	6:15	6:30	7:40	0:00	0	0:15	15
		6	KH17433	6:15	6:35	8:00	0:00	0	0:20	20
		7	KH16379	7:50	7:58	10:10	1:35	95	0:08	8
		8	KH16927	7:54	8:12	9:00	0:04	4	0:18	18
		9	KH17457	8:05	8:15	8:50	0:11	11	0:10	10
		10	KH17492	8:08	8:28	9:10	0:03	3	0:20	20
		11	KH11391	9:20	9:40	10:20	1:12	72	0:20	20
		12	KH16295	10:00	10:20	10:30	0:40	40	0:20	20
		13	KH16409	10:25	10:35	11:15	0:25	25	0:10	10
		14	KH16318	10:27	10:47	11:45	0:02	2	0:20	20
		15	KH16401	10:44	10:54	11:30	0:17	17	0:10	10

Εικόνα 5. Εξίσωση υπολογισμού χρόνου αναμονής πριν την έναρξη των εργασιών

- Στήλη K. Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών σε λεπτά. Για την εύρεση του χρόνου αυτού απλά μετατρέπεται η τιμή της προηγούμενης στήλης σε λεπτά με εισαγωγή της εξίσωσης που φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.

Ημέρα	Ημερομηνία	A/α	Αριθμός Κυκλοφ.	Ωρα εισόδου	Ωρα έναρξης εργασιών	Ωρα εξόδου	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [ω:λλ]	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [λεπτά]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [ω:λλ]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [λεπτά]	Συνολικός χρόνος εργασιών [λεπτά]
Σάββατο	4/11/2017			6:00		6:00					
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημερας	15	1	KH16410	6:00	6:03	11:05	0:00	0	0:03	3	302
		2	KH16311	6:15	6:20	9:20	0:15	15	0:05	5	180
		3	KH16365	6:15	6:25	8:10	0:00	0	0:10	10	105
		4	KH16450	6:15	6:25	7:50	0:00	0	0:10	10	85
		5	KH16345	6:15	6:30	7:40	0:00	0	0:15	15	70
		6	KH17433	6:15	6:35	8:00	0:00	0	0:20	20	85
		7	KH16379	7:50	7:58	10:10	1:35	95	0:08	8	132
		8	KH16927	7:54	8:12	9:00	0:04	4	0:18	18	48
		9	KH17457	8:05	8:15	8:50	0:11	11	0:10	10	35
		10	KH17492	8:08	8:28	9:10	0:03	3	0:20	20	42
		11	KH11391	9:20	9:40	10:20	1:12	72	0:20	20	40
		12	KH16295	10:00	10:20	10:30	0:40	40	0:20	20	10
		13	KH16409	10:25	10:35	11:15	0:25	25	0:10	10	40
		14	KH16318	10:27	10:47	11:45	0:02	2	0:20	20	58
		15	KH16401	10:44	10:54	11:30	0:17	17	0:10	10	36

Εικόνα 6. Εξίσωση υπολογισμού χρόνου αναμονής πριν την έναρξη των εργασιών σε λεπτά

- Στήλη L. Συνολικός χρόνος εργασιών σε λεπτά. Ο χρόνος αυτός αφορά την συνολική διάρκεια των εργασιών και την εύρεση του, αφαιρείται ο χρόνος έναρξης των εργασιών από τον χρόνο εξόδου.

A/α	Αριθμός Κυκλοφ.	Ώρα εισόδου	Ώρα έναρξης εργασιών	Ώρα εξόδου	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [ω:λλ]	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [λεπτά]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [ω:λλ]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [λεπτά]	Συνολικός χρόνος εργασιών [λεπτά]	Συνολικός χρόνος παραμονής στο σύστημα [ω:λλ]
1	KHI6410	6:00	6:03	11:05	0:00	0	0:03	3	302	5:05
2	KHI6311	6:15	6:20	9:20	0:15	15	0:05	5	180	3:05
3	KHI6365	6:15	6:25	8:10	0:00	0	0:10	10	105	1:55
4	KHI6450	6:15	6:25	7:50	0:00	0	0:10	10	85	1:35
5	KHI6345	6:15	6:30	7:40	0:00	0	0:15	15	70	1:25
6	KHI7433	6:15	6:35	8:00	0:00	0	0:20	20	85	1:45
7	KHI6379	7:50	7:58	10:10	1:35	95	0:08	8	132	2:20
8	KHI6927	7:54	8:12	9:00	0:04	4	0:18	18	48	1:06
9	KHI7457	8:05	8:15	8:50	0:11	11	0:10	10	35	0:45
10	KHI7492	8:08	8:28	9:10	0:03	3	0:20	20	42	1:02
11	KHI1391	9:20	9:40	10:20	1:12	72	0:20	20	40	1:00
12	KHI6295	10:00	10:20	10:30	0:40	40	0:20	20	10	0:30
13	KHI6409	10:25	10:35	11:15	0:25	25	0:10	10	40	0:50
14	KHI6318	10:27	10:47	11:45	0:02	2	0:20	20	58	1:18
15	KHI6401	10:44	10:54	11:30	0:17	17	0:10	10	36	0:46

Εικόνα 7. Εξίσωση υπολογισμού του συνολικού χρόνου εργασιών σε λεπτά

- Στήλη M. Συνολικός χρόνος παραμονής στο σύστημα με προσαρμοσμένη μορφοποίηση ω:λλ(ώρα και λεπτά). Το στοιχείο αυτό αφορά τον συνολικό χρόνο που ένα όχημα παραμένει στις εγκαταστάσεις του Συνεργείου. Για την εύρεση της τιμής αυτής, αφαιρείται ο χρόνος εισόδου από τον χρόνο λήξης των εργασιών συντήρησης και επισκευής (χρόνος εξόδου).

A/α	Αριθμός Κυκλοφ.	Ώρα εισόδου	Ώρα έναρξης εργασιών	Ώρα εξόδου	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [ω:λλ]	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [λεπτά]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [ω:λλ]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [λεπτά]	Συνολικός χρόνος εργασιών [λεπτά]	Συνολικός χρόνος παραμονής στο σύστημα [ω:λλ]	Συνολικός χρόνος παραμονής στο σύστημα [λεπτά]
1	KHI6410	6:00	6:03	11:05	0:00	0	0:03	3	302	5:05	305
2	KHI6311	6:15	6:20	9:20	0:15	15	0:05	5	180	3:05	185
3	KHI6365	6:15	6:25	8:10	0:00	0	0:10	10	105	1:55	115
4	KHI6450	6:15	6:25	7:50	0:00	0	0:10	10	85	1:35	95
5	KHI6345	6:15	6:30	7:40	0:00	0	0:15	15	70	1:25	85
6	KHI7433	6:15	6:35	8:00	0:00	0	0:20	20	85	1:45	105
7	KHI6379	7:50	7:58	10:10	1:35	95	0:08	8	132	2:20	140
8	KHI6927	7:54	8:12	9:00	0:04	4	0:18	18	48	1:06	66
9	KHI7457	8:05	8:15	8:50	0:11	11	0:10	10	35	0:45	45
10	KHI7492	8:08	8:28	9:10	0:03	3	0:20	20	42	1:02	62
11	KHI1391	9:20	9:40	10:20	1:12	72	0:20	20	40	1:00	60
12	KHI6295	10:00	10:20	10:30	0:40	40	0:20	20	10	0:30	30
13	KHI6409	10:25	10:35	11:15	0:25	25	0:10	10	40	0:50	50
14	KHI6318	10:27	10:47	11:45	0:02	2	0:20	20	58	1:18	78
15	KHI6401	10:44	10:54	11:30	0:17	17	0:10	10	36	0:46	46

Εικόνα 8. Εξίσωση υπολογισμού του συνολικού χρόνου παραμονής στο σύστημα

- Στήλη N. Συνολικός χρόνος παραμονής στο σύστημα σε λεπτά. Για την εύρεση του χρόνου αυτού, απλά μετατρέπεται η τιμή της προηγούμενης στήλης σε λεπτά με εισαγωγή της εξίσωσης που φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.

A/α	Αριθμός Κυκλοφ.	Ώρα εισόδου	Ώρα έναρξης εργασιών	Ώρα εξόδου	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [ω:λλ]	Χρόνος μεταξύ των αφίξεων [λεπτά]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [ω:λλ]	Χρόνος αναμονής πριν την έναρξη εργασιών [λεπτά]	Συνολικός χρόνος εργασιών [λεπτά]	Συνολικός χρόνος παραμονής στο σύστημα [ω:λλ]	Συνολικός χρόνος παραμονής στο σύστημα [λεπτά]
		6:00		6:00							
1	KHI6410	6:00	6:03	11:05	0:00	0	0:03	3	302	5:05	305
2	KHI6311	6:15	6:20	9:20	0:15	15	0:05	5	180	3:05	185
3	KHI6365	6:15	6:25	8:10	0:00	0	0:10	10	105	1:55	115
4	KHI6450	6:15	6:25	7:50	0:00	0	0:10	10	85	1:35	95
5	KHI6345	6:15	6:30	7:40	0:00	0	0:15	15	70	1:25	85
6	KHI7433	6:15	6:35	8:00	0:00	0	0:20	20	85	1:45	105
7	KHI6379	7:50	7:58	10:10	1:35	95	0:08	8	132	2:20	140
8	KHI6927	7:54	8:12	9:00	0:04	4	0:18	18	48	1:06	66
9	KHI7457	8:05	8:15	8:50	0:11	11	0:10	10	35	0:45	45
10	KHI7492	8:08	8:28	9:10	0:03	3	0:20	20	42	1:02	62
11	KHI1391	9:20	9:40	10:20	1:12	72	0:20	20	40	1:00	60
12	KHI6295	10:00	10:20	10:30	0:40	40	0:20	20	10	0:30	30
13	KHI6409	10:25	10:35	11:15	0:25	25	0:10	10	40	0:50	50
14	KHI6318	10:27	10:47	11:45	0:02	2	0:20	20	58	1:18	78
15	KHI6401	10:44	10:54	11:30	0:17	17	0:10	10	36	0:46	46

Εικόνα 9. Εξίσωση υπολογισμού του συνολικού χρόνου παραμονής στο σύστημα σε λεπτά

Με την εφαρμογή PSPP πραγματοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος στα δεδομένα των στηλών I (Χρόνος μεταξύ των αφίξεων σε λεπτά) και L (Συνολικός χρόνος εργασιών σε λεπτά) και για τα δύο φύλλα εργασίας ("Μονή Ομάδα Εργασίας" και "Διπλή Ομάδα Εργασίας"). Διαπιστώθηκε ότι ακολουθούν την κατανομή Poisson και επομένως, για τις αφίξεις καθώς και τις εξυπηρετήσεις δύναται να χρησιμοποιηθούν οι μέσοι όροι των αντίστοιχων στηλών για τους υπολογισμούς.

- Υπολογισμός μέσου όρου χρόνου ενδιάμεσων αφίξεων.

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	194	6193	10:00	10:07	12:00	0:45	45	0:07	7	113	2:00	120
	195	6312	11:55	12:06	13:40	1:55	115	0:11	11	94	1:45	105
			6:00						0	0		0
28/11/2017	196	6196	8:23	8:24	11:10	2:23	143	0:01	1	166	2:47	167
	197	6978	8:30	8:33	9:00	0:07	7	0:03	3	27	0:30	30
	198	6414	8:40	8:50	9:30	0:10	10	0:10	10	40	0:50	50
	199	6356	8:46	8:52	9:50	0:06	6	0:06	6	58	1:04	64
	200	1064	8:55	9:06	9:10	0:09	9	0:11	11	4	0:15	15
	201	6489	9:36	9:36	10:40	0:41	41	0:00	0	64	1:04	64
	202	6486	10:00	10:12	11:20	0:24	24	0:12	12	68	1:20	80
	203	6349	10:15	10:25	12:05	0:15	15	0:10	10	100	1:50	110
	204	6248	10:35	10:43	12:30	0:20	20	0:08	8	107	1:55	115
	205	7431	11:00	11:10	12:15	0:25	25	0:10	10	65	1:15	75
	206	6242	11:20	11:30	12:40	0:20	20	0:10	10	70	1:20	80
	207	6458	11:27	11:37	12:50	0:07	7	0:10	10	73	1:23	83
							μ.ο ενδιάμ. αφίξεων			μ.ο εξυπηρ./σης		
							21			85		

Εικόνα 10. Εξίσωση υπολογισμού του μέσου χρόνου ενδιάμεσων αφίξεων στο σύστημα σε λεπτά

- Υπολογισμός μέσου όρου χρόνου εξυπηρητήσεων.

L227		=AVERAGE(L5:L225)											
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
211		194	6193	10:00	10:07	12:00	0:45	45	0:07	7	113	2:00	120
212		195	6312	11:55	12:06	13:40	1:55	115	0:11	11	94	1:45	105
213				6:00						0	0		0
214	28/11/2017	196	6196	8:23	8:24	11:10	2:23	143	0:01	1	166	2:47	167
215		197	6978	8:30	8:33	9:00	0:07	7	0:03	3	27	0:30	30
216		198	6414	8:40	8:50	9:30	0:10	10	0:10	10	40	0:50	50
217		199	6356	8:46	8:52	9:50	0:06	6	0:06	6	58	1:04	64
218		200	1064	8:55	9:06	9:10	0:09	9	0:11	11	4	0:15	15
219		201	6489	9:36	9:36	10:40	0:41	41	0:00	0	64	1:04	64
220		202	6486	10:00	10:12	11:20	0:24	24	0:12	12	68	1:20	80
221		203	6349	10:15	10:25	12:05	0:15	15	0:10	10	100	1:50	110
222		204	6248	10:35	10:43	12:30	0:20	20	0:08	8	107	1:55	115
223		205	7431	11:00	11:10	12:15	0:25	25	0:10	10	65	1:15	75
224		206	6242	11:20	11:30	12:40	0:20	20	0:10	10	70	1:20	80
225		207	6458	11:27	11:37	12:50	0:07	7	0:10	10	73	1:23	83
226								μο ενδιαμ.			μο		
227								αφίξεων			εξυπηρ/σης		
228								23			85		
229													
230													
231													
232													
233													
234													
235													
236													
237													
238													
239													
240													
241													
242													
243													

Εικόνα 11. Εξίσωση υπολογισμού του μέσου χρόνου εξυπηρητήσεων σε λεπτά

Επομένως, μπορεί να ειπωθεί ότι το Συνεργείο του Ε.Κ.Α.Β. αποτελεί μοντέλο M/M/s με τα ακόλουθως ισχύοντα:

- Ως πελάτες του συστήματος νοούνται τα ασθενοφόρα που προσέρχονται στο συνεργείο.
- Οι αφίξεις των πελατών είναι σταθερές και ακολουθούν την κατανομή Poisson (λ : πελάτες ανά μονάδα χρόνου).
- Υπάρχουν 9 παράλληλα σημεία εξυπηρέτησης ($s=9$).
- Ο ρυθμός εξυπηρέτησης είναι σταθερός και ακολουθεί την κατανομή (μ : πελάτες ανά μονάδα χρόνου).
- Η χωρητικότητα του συστήματος είναι απεριόριστη ($K= \infty$) καθώς κανένας πελάτης όταν προσέρχεται δεν πρόκειται να αποχωρήσει αν δεν εξυπηρευτεί.
- Ο πληθυσμός των πελατών (πηγή) είναι απεριόριστος ($N= \infty$). Πρόκειται για παραδοχή καθώς στην πραγματικότητα πελάτες είναι τα ασθενοφόρα των οποίων ο αριθμός είναι πεπερασμένος. Ωστόσο, μπορεί θεωρητικά να συμβαίνουν αλληπάλληλες βλάβες ακόμη και σε ένα όχημα που μόλις εξήλθε από το συνεργείο.
- Η πειθαρχία της ουράς ακολουθεί το πρότυπο FIFO (First In First Out).

Η χωρητικότητα του συστήματος και ο πληθυσμός των πελατών στην παρούσα διατριβή λογίζονται ως απεριόριστα.

6.2 Αποτελέσματα

Κάνοντας χρήση των μαθηματικών σχέσεων (2.26) έως (2.32) της υποενότητας 2.7.4, υπολογίζονται οι δείκτες απόδοσης του συγκεκριμένου μοντέλου στις δύο ομάδες εργασίας.

Μονή Ομάδα Εργασίας

Για μέσο χρόνο ενδιάμεσων αφίξεων 21 λεπτά, υπολογίζεται ο ρυθμός αφίξεων που είναι $\lambda_1=0,048$ αυτοκίνητα/λεπτό ή 2,86 αυτοκίνητα/ώρα.

Για μέσο χρόνο εξυπηρέτησης 85 λεπτά, υπολογίζεται ο ρυθμός εξυπηρέτησης που είναι $\mu_1=0,012$ αυτοκίνητα/λεπτό ή 0,70 αυτοκίνητα/ώρα.

Με χρήση του λογιστικού φύλλου της εφαρμογής Microsoft Excel (Δείκτες Απόδοσης Μονής Ομάδας Εργασίας) και γνωστά τα μεγέθη λ , μ και s , μπορούν να υπολογιστούν οι δείκτες απόδοσης:

- Η πιθανότητα να μην υπάρχει ένα όχημα στο σύστημα είναι

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \left[\frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} \right] + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \cdot \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right)} = 0,0168 \text{ ή } 1,68\%$$

- Η πιθανότητα να υπάρχουν 9 οχήματα στο σύστημα, δηλαδή όλες οι θέσεις εργασίας να έχουν ταυτόχρονα καταληφθεί, είναι

$$P_n = \begin{cases} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \cdot P_0, & n \leq s \\ \frac{1}{s! s^{n-s}} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \cdot P_0, & n > s \end{cases}, \text{ για } n=s=9 \Rightarrow P_9 = 0,0146 \text{ ή } 1,46\%$$

- Ο μέσος αριθμός των οχημάτων στην ουρά είναι

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^s \lambda \mu}{(s-1)!(s\mu - \lambda)^2} \cdot P_0 = 0,023 \text{ οχήματα}$$

- Ο μέσος αριθμός των οχημάτων στο σύστημα είναι

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu} = 4,11 \text{ οχήματα}$$

- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένα όχημα στο σύστημα είναι

$$W = \frac{L}{\lambda} = 1,44 \text{ ώρες ή } 86 \text{ λεπτά}$$

- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένα όχημα στην ουρά είναι

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = 0,0078 \text{ ώρες ή } 0,46 \text{ λεπτά}$$

- Ο βαθμός απασχόλησης του συστήματος είναι

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} = 0,453 \text{ ή } 45,3\%$$

Διπλή Ομάδα Εργασίας

Για μέσο χρόνο ενδιάμεσων αφίξεων 21 λεπτά, υπολογίζεται ο ρυθμός αφίξεων που είναι $\lambda_1=0,048$ αυτοκίνητα/λεπτό ή 2,86 αυτοκίνητα/ώρα.

Για μέσο χρόνο εξυπηρέτησης 80 λεπτά, υπολογίζεται ο ρυθμός εξυπηρέτησης που είναι $\mu_1=0,0125$ αυτοκίνητα/λεπτό ή 0,75 αυτοκίνητα/ώρα.

Με χρήση του λογιστικού φύλλου της εφαρμογής Microsoft Excel (Δείκτες Απόδοσης Μονής Ομάδας Εργασίας) και γνωστά τα μεγέθη λ , μ και s , μπορούν να υπολογιστούν οι δείκτες απόδοσης:

- Η πιθανότητα να μην υπάρχει κανένα όχημα στο σύστημα είναι

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \left[\frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} \right] + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \cdot \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right)} = 0,0220 \text{ ή } 2,20\%$$

- Η πιθανότητα να υπάρχουν 9 οχήματα στο σύστημα, δηλαδή όλες οι θέσεις εργασίας να έχουν ταυτόχρονα καταληφθεί, είναι

$$P_n = \begin{cases} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \cdot P_0, & n \leq s \\ \frac{1}{s! \cdot s^{n-s}} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \cdot P_0, & n > s \end{cases}, \text{ για } n=s=9 \Rightarrow P_9 = 0,0103 \text{ ή } 1,03\%$$

- Ο μέσος αριθμός των οχημάτων στην ουρά είναι

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^s \lambda \mu}{(s-1)!(s\mu - \lambda)^2} \cdot P_0 = 0,0132 \text{ οχήματα}$$

- Ο μέσος αριθμός των οχημάτων στο σύστημα είναι

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu} = 3,83 \text{ οχήματα}$$

- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένα όχημα στο σύστημα είναι

$$W = \frac{L}{\lambda} = 1,34 \text{ ώρες ή } 80 \text{ λεπτά}$$

- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένα όχημα στην ουρά είναι

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = 0,0047 \text{ ώρες ή } 0,3 \text{ λεπτά}$$

- Ο βαθμός απασχόλησης του συστήματος είναι

$$\rho = \frac{\lambda}{s \mu} = 0,423 \text{ ή } 42,3\%$$

Συνοψίζουμε τα αποτελέσματα στον πίνακα που παρατίθεται ακολούθως.

Ομάδα Εργασίας	P ₀ (%)	P ₉ (%)	L _q (οχήμ.)	L (οχήμ.)	W (λεπτά)	W _q (λεπτά)	ρ (%)
Μονή	1,68	1,46	0,0223	4,11	86	0,46	45,3
Διπλή	2,20	1,03	0,0132	3,83	80	0,3	42,3
Μεταβολή δεικτών απόδοσης (%)	30,9	-29,4	-40,8	-6,81	-6,98	-34,8	-6,62

Πίνακας 12. Σύνοψη αποτελεσμάτων δεικτών απόδοσης Συνεργείου Ε.Κ.Α.Β. για κάθε μια ομάδα εργασίας

Η τελευταία γραμμή του πίνακα με την περιγραφή "Διαφορά (%)" εκφράζει την ποσοστιαία μεταβολή των δεικτών απόδοσης της διπλής ομάδας εργασίας από τους αντίστοιχους της μονής, ως ποσοστό %. Ενδεικτικά παρατίθεται η μαθηματική σχέση για τον υπολογισμό του ποσοστού μεταβολής της πιθανότητας ΔP₀ που είναι,

$$\Delta P_0 = [(P_{02} - P_{01}) / P_{01}] * 100 \quad (5.1)$$

όπου P₀₁ ή πιθανότητα για την μονή ομάδα εργασίας και P₀₂ η πιθανότητα για την διπλή ομάδα εργασίας. Το αρνητικό πρόσημο εκφράζει ότι η συγκεκριμένη τιμή για διπλή ομάδα εργασίας είναι μικρότερη από την αντίστοιχη της μονής. Το αντίθετο εκφράζει το

θετικό πρόσημο. Αναλύοντας τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα μπορούν να διαπιστωθούν τα ακόλουθα:

- Η πιθανότητα να μην υπάρχει κανένα όχημα στο σύστημα (P_0) ως ποσοστό μεταβολής είναι περίπου 31% μεγαλύτερη στην διπλή ομάδα εργασίας σε σύγκριση με την αντίστοιχη της μονής.
- Η πιθανότητα να υπάρχει αριθμός προς επισκευή οχημάτων ίσος με τις θέσεις εργασίας (9) στο σύστημα είναι περίπου 30% μικρότερη στην διπλή ομάδα εργασίας σε σύγκριση με την αντίστοιχη της μονής.
- Ο μέσος αριθμός των οχημάτων στην ουρά είναι περίπου 41% μικρότερος στην διπλή ομάδα εργασίας σε σύγκριση με την μονή.
- Ο μέσος αριθμός των οχημάτων στο σύστημα είναι περίπου 7 % μικρότερος στην διπλή ομάδα εργασίας σε σύγκριση με την μονή.
- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένα όχημα στο σύστημα είναι μικρότερος στην διπλή ομάδα κατά 7% περίπου.
- Ο μέσος χρόνος που αναμένεται να παραμείνει ένα όχημα στην ουρά είναι μικρότερος στην διπλή ομάδα κατά 35% περίπου.
- Ο βαθμός απασχόλησης του συστήματος είναι μικρότερος και πάλι στην διπλή ομάδα εργασίας κατά 6,65%.

Οι διελεύσεις των οχημάτων από το Συνεργείο του E.K.A.B. παρουσιάζουν το φαινόμενο της εποχικότητας με αύξηση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όταν οι βλάβες είναι συχνότερες εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών και της επιβάρυνσης των συστημάτων ψύξης του κινητήρα και κλιματισμού. Παρόλο που τα δεδομένα της παρούσας διατριβής αφορούν το μήνα Νοέμβριο όταν οι διελεύσεις οχημάτων από το Συνεργείο είναι στατιστικά χαμηλότερες από άλλους μήνες, από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι η λειτουργία του συστήματος είναι αναμενόμενα αποτελεσματικότερη όταν συνυπάρχουν ταυτόχρονα και οι δυο ομάδες εργασίας. Οι υφιστάμενες θέσεις εργασίας είναι καθορισμένες και αφορούν μόνιμες εγκαταστάσεις (εξοπλισμός ανύψωσης) χωρίς την παραμικρή δυνατότητα μεταφοράς ή προσθήκης νέων, εξαιτίας των περιορισμών της υφιστάμενης κτιριακής υποδομής. Οι κτιριακές εγκαταστάσεις του Συνεργείου χαρακτηρίζονται από πληρότητα ως προς τον εξοπλισμό χωρίς την παραμικρή δυνατότητα προσθήκης άλλων για την αύξηση των θέσεων εργασίας.

Υπάρχει μια σαφέστατη υπεροχή σε όλους του δείκτες απόδοσης όταν οι δυο ομάδες συνυπάρχουν. Αυτό αντικατοπτρίζεται από το σαφώς μικρότερο μήκος των οχημάτων όπως από τον συντομότερο χρόνο παραμονής τόσο στην ουρά όσο και στο σύστημα γενικότερα. Ο μεγαλύτερος αριθμός των τεχνικών υπαλλήλων, παρόλο που οι θέσεις εργασίας είναι αμετάβλητες, μπορεί να παρέχει πιο σύντομα τις απαιτούμενες εργασίες οπότε σε κάθε περίπτωση η λειτουργία όλου του συστήματος είναι αποτελεσματικότερη. Όμως, ο δείκτης που αναφέρεται ως βαθμός απασχόλησης του συστήματος και αποτελεί μια ένδειξη των δυνατοτήτων παραγωγικότητας, είναι ιδιαίτερα χαμηλός (μικρότερος από 50%) και στις δυο περιπτώσεις, ενώ ειδικότερα για την διπλή ομάδα εργασίας βρέθηκε να είναι μικρότερος κατά 6,65%. Το σύστημα λειτουργεί ικανοποιητικά χωρίς όμως να προσεγγίζονται τα υψηλότερα όρια της παραγωγικότητας. Ο δείκτης αυτός είναι ανάλογος με τον ρυθμό αφίξεων και αντιστρόφως ανάλογος από τον αριθμό των θέσεων (s) εξυπηρέτησης και των ρυθμό εξυπηρέτησης (μ). Από την στιγμή που οι θέσεις εργασίας και ο ρυθμός εξυπηρέτησης δεν τροποποιούνται, απομένει μόνο η αύξηση στον ρυθμό των αφίξεων (λ) για την βελτίωση του δείκτη.

Η παροχή των εργασιών και από τις δυο ομάδες εργασίας του Συνεργείου, επιφέρει ταχύτερη παράδοση επισκευασμένων οχημάτων προς ενσωμάτωση στον επιχειρησιακό σχεδιασμό με τελικό αποτέλεσμα την εύρυθμη λειτουργία του Ε.Κ.Α.Β. και την μείωση του χρόνου αναμονής των πολιτών που χρήζουν υπηρεσιών επείγουσας προνοσοκομειακής φροντίδας.

Κεφάλαιο 7

Επίλογος

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έγινε μια προσπάθεια μελέτης των συστημάτων διαχείρισης ουρών αναμονής με εστίαση στην ανάλυση του Συνεργείου Επισκευής Υπηρεσιακών Οχημάτων του Ε.Κ.Α.Β.

Ο δημόσιος φορέας και ειδικότερα ο τομέας της Υγείας έχει πληγεί ανεπανόρθωτα από την εφαρμοζόμενη οικονομική πολιτική των τελευταίων ετών, απόρροια της εφαρμογής δημοσιονομικής επιτήρησης της χώρας μας. Η μείωση του διαθέσιμου προϋπολογισμού ανά υπηρεσία με σκοπό τον εξορθολογισμό των εξόδων έχει αρνητικές επιδράσεις στην καθημερινή λειτουργία των δομών. Το Συνεργείο του Ε.Κ.Α.Β., μη εξαιρούμενο από την αρνητική αυτή κατάσταση, μπορεί να αντισταθεί και να ωφεληθεί μακροπρόθεσμα, επικεντρώνοντας τις προσπάθειες στην βελτίωση της παραγωγικότητας και της καθημερινής λειτουργίας. Η επιστημονική προσέγγιση του φαινομένου σχηματισμού ουρών αναμονής και πιο συγκεκριμένα ο υπολογισμός των δεικτών απόδοσης του συστήματος (συνεργείο) μπορεί να αποκαλύψει πολλά στοιχεία για την καθημερινή λειτουργία και έτσι με κατάλληλες παρεμβάσεις δύναται να επιτευχθεί η βελτίωση της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας.

Η αναμονή σε ουρά είναι μια δυσάρεστη εμπειρία για αυτούς που αναμένουν προς εξυπηρέτηση και μπορεί στις περισσότερες περιπτώσεις να προκαλέσει αρνητικά συναισθήματα ή και ανατροπές στον προγραμματισμό. Στην περίπτωση αναμονής για ασθενοφόρο το κάθε δευτερόλεπτο είναι σημαντικό ενώ η οποιαδήποτε καθυστέρηση μπορεί να αποβεί μοιραία ακόμα και για την ζωή του ατόμου που το χρειάζεται. Η άμεση αποστολή ασθενοφόρου στον χώρο του συμβάντος προϋποθέτει αφενός ότι υπάρχει επαρκής αριθμός για την κάλυψη του πληθυσμού και αφετέρου ότι η παραμονή για συντήρηση και επισκευή του πραγματοποιείται σε κατά το δυνατόν μικρότερο χρόνο στις εγκαταστάσεις του Συνεργείου.

Η υιοθέτηση από την διοίκηση του Ε.Κ.Α.Β. επιστημονικών μεθόδων στην διαχείριση των ουρών αναμονής σε έναν χώρο που δεν αποτελεί την "βιτρίνα" της υπηρεσίας αλλά έχει καίριο και καθοριστικό ρόλο στην λειτουργία και την γενικότερη επιχειρησιακή ετοιμότητα, θα μπορούσε να συμβάλει στην ουσιαστική αναβάθμιση των παρεχόμενων υπηρεσιών προς τους πολίτες και κυρίως της απομείωσης του χρόνου αναμονής σε περιστατικά που η ανθρώπινη ζωή κινδυνεύει. Το Ε.Κ.Α.Β. για να είναι σε θέση να προσφέρει άμεση βοήθεια στους πολίτες, πρέπει να διαθέτει αξιόμαχα και επιχειρησιακά ενεργά οχήματα.

Το Συνεργείο έχοντας επιτελικό ρόλο στην εφαρμογή του επιχειρησιακού σχεδιασμού, καθημερινά μέσω του τεχνικού προσωπικού συντηρεί και επισκευάζει τα οχήματα του Ε.Κ.Α.Β. στον μικρότερο δυνατό χρόνο με κύριο στόχο την ταχύτερη παράδοση προς χρήση. Αναφορικά με την λειτουργία του συγκεκριμένου χώρου διαπιστώθηκε ότι τις ημέρες του εβδομαδιαίου προγράμματος που εργάζεται η μια ομάδα εργασίας, όλοι οι δείκτες απόδοσης του συστήματος διαχείρισης ουρών αναμονής είναι αισθητά χαμηλότεροι σε σύγκριση με τις αντίστοιχες που εργάζονται ταυτοχρόνως και οι δύο ομάδες. Ο μεγαλύτερος αριθμός τεχνικών υπαλλήλων για αμετάβλητο αριθμό θέσεων εξυπηρέτησης έχει θετική επίδραση στην παραμονή μικρότερου αριθμού οχημάτων για συντομότερο χρόνο τόσο στην ουρά αναμονής όσο και στο σύστημα.

Σίγουρα, ο ρυθμός αξιοποίησης του συστήματος και στις δυο περιπτώσεις παρουσιάζει χαμηλή ποσοστιαία τιμή, χρίζοντας δράσεων και ενεργειών για την βελτίωση του. Η αύξηση του αριθμού των προγραμματισμένων αφίξεων (διελεύσεις οχημάτων) είναι μια καλή αρχή που θα μπορούσε βραχυπρόθεσμα να επιφέρει βελτίωση στην αποδοτικότητα του Συνεργείου με την παράδοση προς χρήση περισσότερων επισκευασμένων ασθενοφόρων και μακροπρόθεσμα να οδηγήσει σε καλύτερη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων και τελικώς σε οικονομίες κλίμακας.

Μια μελλοντική επέκταση της παρούσας διατριβής, θα μπορούσε να είναι η λεπτομερέστερη ανάλυση του συστήματος και η μελέτη των δεικτών απόδοσης μετά τον επιμέρους καταμερισμό των εκτελούμενων εργασιών ανά τμήμα του οχήματος (μηχανικό, ηλεκτρολογικό, ψυκτικό, αμαξώματος κ.τ.λ.), όπως βέβαια και η ανάλυση μετά την προτεινόμενη αύξηση των αφίξεων.

Βιβλιογραφία

- Adan I. και Resing J. (2002), *Queuing Theory, Department of Mathematics and Computing Science Eindhoven University of Technology*. Eindhoven: University of Technology.
- Aomar R.A. , Williams E.J. και Ulgen O.N (2015), *Process Simulation using Witness*, 331-332. Publisher: Wiley India.
- Banks J. και Carson J. S. (1984), *Discrete-event System Simulation*. New Jersey: Prentice Hall.
- Erlang A.K. (1909), *The Theory of Probabilities and Telephone Conversations*. Copenhagen: Nyt Tidsskrift for Matematik B.
- Erlang A.K. (1917), *Solutions of some problems in the theory of Probabilities of significance in Automatic Telephone Exchanges*. Copenhagen: Elektroteknikerne.
- Kendall D.G. (1953), *Stochastic Processes Occurring in the Theory of Queues and their Analysis by the Method of Imbedded Markov Chains, Annals of Mathematical Statistics*, 338 – 354. England: Oxford and Princeton University.
- Kleinrock L. (1975), *Queuing Systems*. New York: Wiley.
- Mize J.G. και Cox J.H. (1968), *Essentials of Simulation*. New Jersey: Prentice Hall.
- Molina E.C. (1927), *Application of the Theory of Probability to Telephone trunking problems*. New York: Bell Labs Technical Journal
- Pidd M. (1984), *Computer Simulation in Management Science*, 12-20. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Shannon R. E. (1975), *Systems simulation: the art and science*. New York: Prentice Hall.
- Tanner M. (1995), *Practical Queuing Analysis*, 36-38, 89-94. London: McGraw-Hill.
- Fry T.C. (1929), *Probability and its Engineering Users*. New York: D. Van Nostrand Company, Inc.
- Willing A. (1999), *A Short Introduction to Queuing Theory*, 5-35. Berlin: Technical University of Berlin.
- Βασιλείου Π. – Χ.Γ. (2000), *Στοχαστικές Μέθοδοι στις Επιχειρησιακές Έρευνες*. Αθήνα: Εκδόσεις Ζήτη.

- Γεωργίου Α. και Οικονόμου Γ. (2002), *Ποσοτικές Μέθοδοι, Τόμος Γ: Επιχειρησιακή Έρευνα*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ).
- Δεμέστιχας Π. (2013), *Σημειώσεις για το μάθημα Συστήματα Ουρών Αναμονής*. Πειραιάς: Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Κουϊκόγλου Β. (2002), *Προσομοίωση. Σημειώσεις Μαθήματος*. Κρήτη: Πολυτεχνείο Κρήτης.
- Μπότσαρης Χ.Ε. (2003), *Επιχειρησιακή Έρευνα, Τόμος IV. Ανάλυση Συστημάτων*. Αθήνα: Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα.
- Οικονόμου Γ.Σ. και Γεωργίου Α.Κ. (2000), *Ποσοτική Ανάλυση για τη Λήψη Διοικητικών Αποφάσεων*. Αθήνα: Εκδόσεις Μπένου.
- Οικονόμου Γ.Σ. και Γεωργίου Α.Κ. (2005), *Ποσοτική Ανάλυση για τη λήψη Διοικητικών Αποφάσεων*. Αθήνα: Εκδόσεις Μπένου.
- Παππής Κ.Π. (2006), *Προγραμματισμός παραγωγής*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.
- Παππής Κ.Π. (2008), *Διοίκηση Παραγωγής. Ο Σχεδιασμός Παραγωγικών Συστημάτων*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.
- Ρουμελιώτης Μ. (2001), *Μοντελοποίηση και Προσομοίωση*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ).

Ιστοσελίδες

- www.ekab.gr
- www.et.gr
- <https://www.chegg.com/homework-help/consider-three-queueing-configurations-shown-figure-132-confi-chapter-13-problem-1qp-solution-9781133169536-exc>

Νομοθεσία

- Εθνικό τυπογραφείο, Ν. 1579/1985 (Φ.Ε.Κ. 217Α/ 23-12-1985), www.et.gr
- Εθνικό τυπογραφείο, Π.Δ. 348/1996 (Φ.Ε.Κ. 348Α/17-09-1996), www.et.gr
- Εθνικό τυπογραφείο, Κ.Υ.Α. Α5/4898 (Φ.Ε.Κ. 1748Β/ 15-09-1999, www.et.gr
- Εθνικό τυπογραφείο, (Νόμος 4412, Φ.Ε.Κ. 147Α/08-08-2016)), www.et.gr

Γλωσσάριο

Α.Ε.Ι: Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Α.Σ.Ε.Π.: Ανώτατο Συμβούλιο Επιλογής Προσωπικού
Δ.Ε.: Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
Δ.Σ.: Διοικητικό Συμβούλιο
Ε.Ε: Ευρωπαϊκή Ένωση
Ε.Κ.Α.Β.: Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας
ΕΠΑ.Σ: Επαγγελματικές Σχολές
Ε.Π.Ι.: Επείγουσα Προνοσοκομειακή Ιατρική
Ε.Σ.Π.Α.: Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς
Ι.Ε.Κ.: Ινστιτούτο Επαγγελματικής Κατάρτισης
Κ.Ι.Μ.: Κινητή Ιατρική Μονάδα
κ.τ.λ.: Και Τα Λοιπά
Κ.Υ.: Κέντρο Υγείας
Κ.Υ.Α. : Κοινή Υπουργική Απόφαση
Μ.Ε.Θ.: Μονάδας Εντατικής Θεραπείας
Μοτό: Μοτοσυκλέτα (δίκυκλο)
Ν.: Νόμος
Ν.Π.Δ.Δ.: Νομικό Πρόσωπο Δημοσίου Δικαίου
Ο.Α.Ε.Δ.: Οργανισμός Απασχόλησης Εργατικού Δυναμικού
Π.Δ.: Προεδρικό Διάταγμα
π.μ.: Προ Μεσημβρίας
Υ.Ε.: Υποχρεωτική Εκπαίδευση
Φ.Ε.Κ.: Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως
χλμ.: Χιλιόμετρα

Παράρτημα



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΓΕΙΑΣ

Ε.Κ.Α.Β. - ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΑΜΕΣΗΣ ΒΟΗΘΕΙΑΣ- ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ/
ΣΥΝΕΡΓΕΙΟ

ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑΚΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ (SERVICE) Ή ΜΕ ΕΚΤΑΚΤΕΣ ΒΛΑΒΕΣ

A/A	ΤΟΜΕΑΣ	ΑΡ.ΚΥΚΛ.	ΤΥΠΟΣ	ΩΡΑ ΕΙΣΟΔ.	ΩΡΑ ΕΝΑΡΞ. ΕΡΓ./ΩΝ	ΩΡΑ ΕΞ.	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ ΓΡΑΦ. ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΣΥΝΕΡΓΕΙΟΥ

Ο ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΣΥΝΕΡΓΕΙΟΥ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ημέρα	Ημερομηνία	A/α	Αριθμός Κυκλοφ.	Ώρα εισόδου [ω:λλ]	Ώρα έναρξης εργασιών [ω:λλ]	Ώρα εξόδου [ω:λλ]
Τετάρτη	1/11/2017	1	6339	6:30	6:35	8:35
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	14	2	9938	6:50	6:55	11:10
		3	7091	7:40	7:48	10:00
		4	6929	8:00	8:20	8:50
		5	6238	8:00	8:26	9:00
		6	7432	8:16	8:33	9:30
		7	6432	8:25	8:36	9:00
		8	6467	9:00	9:12	9:40
		9	6374	9:00	9:16	9:50
		10	6408	9:15	9:35	11:00
		11	6343	9:27	9:35	10:30
		12	6194	9:50	9:50	11:10
		13	5271	10:00	10:09	10:40
		14	6337	10:30	10:45	11:30
		Πέμπτη	2/11/2017	15	KHI6188	6:10
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	15	16	KHI6338	6:10	6:15	8:40
		17	KHI6402	7:50	7:55	8:55
		18	KHI6415	8:00	8:05	9:10
		19	KHI9778	8:05	8:15	9:20
		20	KHI6455	8:30	8:45	11:00
		21	KHI6977	9:05	9:07	10:20
		22	KHY8451	9:15	9:30	11:50
		23	KHI6240	9:48	9:58	11:05
		24	KHI6244	10:28	10:37	12:20
		25	KHI6388	10:30	10:40	12:50
		26	KHI1368	10:30	11:15	12:15
		27	KHI6204	10:35	10:42	12:35
		28	KHI6460	10:38	10:50	12:00
		29	KHI6429	11:35	12:10	13:20
ΠΑΡ	3/11/2017	30	KHI6385	7:25	7:29	9:10
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	10	31	KHI6419	7:50	7:56	10:40
		32	KHI6246	8:20	8:23	9:35
		33	KHI6965	8:30	8:37	9:20
		34	KHI6341	8:40	8:50	10:55
		35	KHI6433	8:40	8:45	9:45
		36	KHI3306	9:00	9:16	11:10
		37	KHI 6447	9:38	9:46	11:00
		38	KHI6195	10:00	10:08	11:10
		39	KHI6452	10:05	10:15	11:20
		ΣΑΒ	4/11/2017	40	KHI6410	6:00

Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	15	41	KHI6311	6:15	6:20	9:20
		42	KHI6365	6:15	6:25	8:10
		43	KHI6450	6:15	6:25	7:50
		44	KHI6345	6:15	6:30	7:40
		45	KHI7433	6:15	6:35	8:00
		46	KHI6379	7:50	7:58	10:10
		47	KHI6927	7:54	8:12	9:00
		48	KHI7457	8:05	8:15	8:50
		49	KHI7492	8:08	8:28	9:10
		50	KHI1391	9:20	9:40	10:20
		51	KHI6295	10:00	10:20	10:30
		52	KHI6409	10:25	10:35	11:15
		53	KHI6318	10:27	10:47	11:45
		54	KHI6401	10:44	10:54	11:30
		KYP	5/11/2017	55	KHI9922	6:30
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	13	56	KHI1357	6:30	6:36	8:25
		57	KHI1357	6:30	6:40	8:35
		58	KHI6332	6:30	6:41	8:00
		59	KHI7393	6:30	6:30	8:10
		60	KHI9771	6:30	6:50	7:45
		61	KHI6351	7:40	7:55	9:00
		62	KHI6310	7:50	8:02	9:10
		63	KHI6376	7:50	8:10	10:35
		64	KHI6233	7:55	8:15	9:20
		65	KHI6964	8:17	8:27	9:55
		66	KHI6239	8:40	8:50	11:30
		67	KHI6312	10:00	10:06	11:15
		ΔΕΥΤ	6/11/2017	68	KHI9921	6:30
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	16	69	KHI6486	7:21	7:22	8:30
		70	KHI6198	7:45	7:49	8:15
		71	KHI6362	8:25	8:29	10:30
		72	KHI6445	8:30	8:36	9:30
		73	KHI6458	8:40	8:42	9:20
		74	KHI6442	8:45	8:47	9:10
		75	KHI6243	8:50	8:50	9:40
		76	KHI6423	9:00	9:05	9:45
		77	KHI6280	9:10	9:10	10:50
		78	KHI6193	9:17	9:26	10:00
		79	KHI6160	9:30	9:40	11:00
		80	KHI6199	9:34	9:44	10:10
		81	KHI7452	9:35	9:45	10:20
		82	KHI6424	9:50	9:59	10:40
		83	KHI6234	11:35	11:36	12:20
		ΤΡ	7/11/2017	84	KHI6356	7:55
	15	85	KHI6200	8:00	8:05	10:00

Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας		86	KHI6978	8:15	8:17	8:55
		87	KHI1064	8:17	8:27	11:50
		88	KHI6196	8:20	8:30	9:15
		89	KHI6317	8:20	8:40	10:10
		90	KHI6489	8:30	8:50	9:25
		91	KHI6425	9:17	9:32	11:15
		92	KHI1364	9:20	9:40	11:20
		93	KHI6440	9:23	10:00	11:30
		94	KHI6929	9:45	10:20	11:10
		95	KHI7431	9:55	10:25	11:00
		96	KHI6414	10:10	10:40	12:00
		97	KHI6313	10:30	10:50	11:40
		98	KHI6442	10:45	10:55	11:35
ΤΕΤ	8/11/2017	99	KHI6231	6:10	6:15	8:30
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	19	100	KHI1055	6:10	6:19	8:10
		101	KHI6363	8:00	8:05	10:05
		102	KHI6338	8:00	8:00	8:30
		103	KHI6237	8:15	8:25	11:00
		104	KHI6432	8:25	8:30	9:50
		105	KHI6194	8:40	8:42	10:25
		106	KHI6467	8:45	8:55	10:00
		107	KHI5271	8:50	8:55	9:40
		108	KHI6408	8:58	9:03	9:55
		109	KHI6339	9:00	9:20	10:45
		110	KHI7091	9:33	9:37	10:35
		111	KHI7432	9:40	9:49	10:15
		112	KHI9778	10:10	10:20	11:55
		113	KHI6374	10:15	10:35	11:15
		114	KHI9938	10:40	10:49	11:20
		115	KHI6337	10:55	11:15	11:50
		116	KHI6343	10:57	11:17	13:10
117	KHI6248	11:08	11:38	12:20		
ΠΕΜΠ	9/11/2017	118	KHI5854	6:25	6:25	8:00
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	17	119	KHI6244	7:42	7:42	8:30
		120	KHI6429	7:45	7:45	8:40
		121	KHI6965	8:00	8:00	9:30
		122	KHI6454	8:15	8:15	9:15
		123	KHI6349	8:45	8:45	12:15
		124	KHI6385	8:55	8:55	9:40
		125	KHI6928	9:00	9:00	11:20
		126	KHI8590	9:00	9:00	10:10
		127	KHI6238	9:25	9:25	10:55
		128	KHI6204	9:35	9:35	11:35
		129	KHI6977	9:48	9:48	11:15
		130	KHI6455	9:52	9:52	10:25

		131	KHI7457	10:28	10:28	11:25
		132	KHI6294	10:29	10:29	11:45
		133	KHI6341	10:40	10:40	13:00
		134	KHI6402	11:08	11:08	12:35
ΠΑΡ	10/11/2017	135	6409	8:17	8:17	10:05
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	13	136	6419	8:17	8:17	9:55
		137	6188	8:30	8:30	10:55
		138	6447	8:45	8:45	9:20
		139	6452	8:55	8:55	9:35
		140	6318	9:35	9:35	10:40
		141	6401	9:50	9:50	11:40
		142	6235	10:00	10:00	11:05
		143	1368	10:10	10:10	11:15
		144	6240	10:15	10:15	11:10
		145	6195	10:35	10:35	12:40
		146	6388	11:35	11:35	12:05
		147	6246	12:35	12:35	13:00
		ΣΑΒ	11/11/2017	148	6295	6:00
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	14	149	6345	6:10	6:10	7:50
		150	6365	6:20	6:20	8:00
		151	6450	6:20	6:20	9:00
		152	6278	7:25	7:25	8:30
		153	6362	7:50	7:50	8:40
		154	6410	7:50	7:50	8:50
		155	6379	7:50	7:50	9:50
		156	6964	8:00	8:00	9:10
		157	6927	8:25	8:25	9:20
		158	6316	8:35	8:35	11:30
		159	7492	8:47	8:47	10:15
		160	1391	10:00	10:00	11:15
		161	6460	10:30	10:30	12:30
		ΚΥΡ	12/11/2017	162	6310	6:00
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	11	163	1358	6:30	6:30	7:40
		164	7392	6:30	6:30	7:20
		165	9922	6:30	6:30	7:30
		166	6376	7:28	7:28	8:10
		167	6333	8:00	8:00	8:50
		168	6233	8:15	8:15	9:20
		169	6239	8:25	8:25	9:45
		170	3321	8:25	8:25	9:10
		171	6312	9:20	9:20	10:40
		172	6351	10:44	10:44	11:50
ΔΕΥΤ	13/11/2017	173	6311	6:00	6:00	7:40
Αριθμός εισερ/νων	18	174	6332	6:30	6:30	8:00
		175	9921	6:30	6:30	8:15

οχημάτων ημέρας		176	1357	6:30	6:30	7:50
		177	7452	7:05	7:05	8:40
		178	6196	7:40	7:40	8:50
		179	6193	7:52	7:52	9:00
		180	6442	8:07	8:07	10:45
		181	6458	8:33	8:33	9:35
		182	6234	8:45	8:45	10:10
		183	6423	8:56	8:56	9:45
		184	6160	9:11	9:11	11:20
		185	6243	9:17	9:17	11:30
		186	6445	9:36	9:36	11:05
		187	9771	10:07	10:07	10:55
		188	6280	10:22	10:22	11:40
		189	1366	10:30	10:30	11:15
		190	6929	10:50	10:50	11:55
TP	14/11/2017	196	6242	6:00	6:00	9:40
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	15	191	6486	7:30	7:30	9:20
		199	6424	8:00	8:00	9:10
		194	6489	8:25	8:25	10:00
		204	6313	8:26	8:26	10:10
		200	6200	8:30	8:30	13:00
		198	6356	8:50	8:50	10:30
		195	6349	9:05	9:05	12:00
		197	6385	9:05	9:05	10:45
		202	6414	9:22	9:22	12:10
		203	6317	9:55	9:55	11:02
		192	6199	10:00	10:00	11:45
		193	6978	10:00	10:00	11:55
		205	7431	11:25	11:25	12:20
		201	6248	11:50	11:50	12:35
		TET	15/11/2017	206	9778	7:30
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	12	207	6237	8:10	8:10	10:00
		208	6374	8:15	8:15	10:30
		209	6408	8:35	8:35	10:10
		210	5271	9:15	9:15	11:00
		211	7432	9:20	9:20	11:45
		212	7091	9:20	9:20	10:40
		213	6467	9:23	9:23	10:20
		214	6194	9:39	9:39	11:55
		215	6343	9:50	9:50	10:50
		216	6339	10:40	10:40	12:00
		217	6231	10:50	10:50	12:10
ΠΕΜΠ	16/11/2017	218	5854	6:15	6:15	8:00
Αριθμός εισερ/νων	17	219	6318	6:30	6:30	7:45
		220	6429	8:52	8:52	10:10

οχημάτων ημέρας		221	6455	9:00	9:00	10:15
		222	6928	9:25	9:25	11:10
		223	6454	9:35	9:35	11:00
		224	6402	9:35	9:35	10:50
		225	1368	10:00	10:00	11:00
		226	6977	10:25	10:25	11:45
		227	6204	10:30	10:30	11:35
		228	6337	10:30	10:30	12:00
		229	6294	10:45	10:45	11:00
		230	1364	10:47	10:47	12:05
		231	6385	10:47	10:47	12:10
		232	6238	10:50	10:50	11:30
		233	6235	12:00	12:00	13:05
		234	8451	13:00	13:00	13:40
ΠΑΡ	17/11/2017	235	9937	6:50	6:50	9:30
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	14	236	6240	8:12	8:12	9:15
		237	6363	8:21	8:21	10:40
		238	6927	8:23	8:23	11:10
		239	6965	8:27	8:27	10:20
		240	6401	8:32	8:32	10:30
		241	6362	8:35	8:35	10:10
		242	6419	9:06	9:06	10:35
		243	6409	9:07	9:07	10:40
		244	6195	9:07	9:07	10:45
		245	6244	9:45	9:45	11:20
		246	6188	9:47	9:47	12:00
		247	6333	9:50	9:50	11:50
		248	6341	10:45	10:45	12:10
		ΣΑΒ	18/11/2017	249	6452	6:00
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	17	250	6351	6:00	6:00	12:00
		251	6450	6:50	6:50	9:15
		252	6278	7:00	7:00	9:45
		253	6311	7:00	7:00	9:40
		254	6365	7:00	7:00	9:30
		255	7433	7:00	7:00	8:55
		256	6345	7:00	7:00	8:30
		257	1391	7:50	7:50	9:35
		258	6338	8:10	8:10	10:00
		259	7457	8:45	8:45	10:05
		260	7492	8:55	8:55	9:45
		261	6447	9:00	9:00	9:55
		262	6316	9:35	9:35	10:20
		263	6460	9:40	9:40	11:15
		264	3654	9:45	9:45	10:25
		265	6295	10:20	10:20	11:00

ΚΥΡ	19/11/2017	266	6239	6:00	6:00	12:20
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	11	267	1357	6:25	6:25	8:20
		268	1358	6:25	6:25	8:40
		269	7393	6:25	6:25	12:35
		270	9922	6:25	6:25	8:00
		271	6332	7:08	7:08	8:50
		272	6376	7:40	7:40	9:45
		273	6312	7:45	7:45	10:00
		274	6233	7:59	7:59	10:10
		275	6310	8:27	8:27	9:35
		276	6379	9:38	9:38	11:20
ΔΕΥΤ	20/11/2017	277	9921	6:30	6:30	8:00
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	11	278	9771	6:40	6:40	8:10
		279	7452	7:21	7:21	8:40
		280	6423	7:50	7:50	8:50
		281	6442	9:02	9:02	12:00
		282	6486	9:05	9:05	10:15
		283	6458	9:15	9:15	11:15
		284	6193	9:15	9:15	10:30
		285	6445	9:30	9:30	10:40
		286	6280	10:10	10:10	10:50
		287	6198	10:17	10:17	11:30
ΤΡ	21/11/2017	288	6196	6:30	6:30	8:00
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	12	289	6199	8:55	8:55	10:20
		290	1364	12:30	12:30	13:30
		291	6929	8:44	8:44	9:20
		292	6349	9:17	9:17	10:30
		293	6234	8:00	8:00	9:50
		294	6356	10:45	10:45	12:05
		295	6424	8:20	8:20	9:10
		296	6248	10:32	10:32	11:10
		297	6414	9:10	9:10	11:40
		298	6313	6:30	6:30	10:50
		299	7431	10:15	10:15	11:20
ΤΕΤ	22/11/2017	300	9778	11:50	11:50	13:10
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	7	301	7432	10:54	10:54	12:25
		302	6237	9:35	9:35	10:50
		303	6242	9:14	9:14	10:10
		304	6343	9:33	9:33	10:00
		305	9938	7:00	7:00	8:15
		306	5271	9:25	9:25	9:50
ΠΕΜΠ	23/11/2017	307	6204	9:50	9:50	10:40
Αριθμός εισερ/νων	16	308	6231	8:00	8:00	9:15
		309	6194	7:27	7:27	11:15
		310	6460	10:42	10:42	12:05

οχημάτων ημέρας		311	6408	10:20	10:20	12:50
		312	6238	9:17	9:17	13:05
		313	6308	8:35	8:35	10:15
		314	6432	8:20	8:20	11:55
		315	7091	9:15	9:15	10:20
		316	6385	8:20	8:20	8:55
		317	7457	9:05	9:05	10:05
		318	6374	11:14	11:14	13:00
		319	1368	12:14	12:14	13:20
		320	6318	9:46	9:46	12:20
		321	6341	8:42	8:42	10:55
		322	6339	10:27	10:27	13:15
ΠΑΡ	24/11/2017	323	6244	7:50	7:50	10:50
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	22	324	6401	9:22	9:22	13:50
		325	6294	9:21	9:21	10:40
		326	6965	9:19	9:19	13:50
		327	6363	9:41	9:41	11:55
		328	6452	7:41	7:41	8:30
		329	6977	7:55	7:55	9:30
		330	6388	10:33	10:33	12:50
		331	6246	9:08	9:08	10:10
		332	3306	9:30	9:30	11:25
		333	6342	9:30	9:30	11:10
		334	6240	9:05	9:05	9:45
		335	6402	10:40	10:40	12:30
		336	6429	8:34	8:34	9:40
		337	6455	9:41	9:41	12:15
		338	6467	11:56	11:56	13:30
		339	6419	12:15	12:15	13:15
		340	6195	8:50	8:50	9:20
		341	6462	6:00	6:00	11:45
		342	6338	10:00	10:00	11:20
		343	3321	7:00	7:00	8:15
		344	3654	7:50	7:50	8:40
		ΣΑΒ	25/11/2017	345	6295	7:40
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	15	346	6447	6:00	6:00	12:15
		347	6278	7:45	7:45	9:55
		348	6454	8:25	8:25	9:25
		349	6964	7:49	7:49	8:50
		350	6362	8:36	8:36	9:35
		351	6365	6:45	6:45	8:10
		352	6450	6:45	6:45	7:50
		353	9956	9:00	9:00	10:30
		354	1391	8:25	8:25	9:45
		355	6379	6:42	6:42	8:40

		356	6927	10:00	10:00	12:30
		357	6413	6:00	6:00	8:00
		358	7492	7:51	7:51	9:15
		359	6345	6:00	6:00	10:00
KYP	26/11/2017	360	6310	9:15	9:15	11:55
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	12	361	6376	7:55	7:55	13:00
		362	6193	10:00	10:00	12:00
		363	6233	9:00	9:00	10:45
		364	6409	8:35	8:35	9:50
		365	6312	11:55	11:55	13:40
		366	6239	9:00	9:00	10:00
		367	6333	8:55	8:55	10:10
		368	1357	6:25	6:25	7:30
		369	1358	6:25	6:25	7:50
		370	7392	6:35	6:35	8:20
		371	9922	6:30	6:30	8:00
		TP	28/11/2017	372	6196	8:23
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	12	373	6486	10:00	10:00	11:20
		374	6458	11:27	11:27	12:50
		375	6349	10:15	10:15	12:05
		376	6978	8:30	8:30	9:00
		377	6489	9:36	9:36	10:40
		378	6242	11:20	11:20	12:40
		379	1064	8:55	8:55	9:10
		380	6356	8:46	8:46	9:50
		381	6248	10:35	10:35	12:30
		382	6414	8:40	8:40	9:30
		383	7431	11:00	11:00	12:15
		TET	29/11/2017	384	9778	7:58
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	18	385	6294	11:10	11:10	12:20
		386	6231	7:55	7:55	9:20
		387	6194	11:00	11:00	11:40
		388	7432	10:20	10:20	12:10
		389	6408	8:30	8:30	9:40
		390	6237	7:25	7:25	9:30
		391	1364	9:00	9:00	9:50
		392	6432	8:20	8:20	10:00
		393	6236	8:20	8:20	8:45
		394	7091	11:20	11:20	13:00
		395	6343	7:45	7:45	13:15
		396	6455	9:00	9:00	10:20
		397	6467	10:30	10:30	12:30
		398	6374	12:10	12:10	13:25
		399	6339	10:30	10:30	12:50
		400	6337	11:30	11:30	13:40

		401	5271	9:15	9:15	10:10
ΠΕΜ	30/11/2017	402	6204	9:42	9:42	11:20
Αριθμός εισερ/νων οχημάτων ημέρας	11	403	6460	11:29	11:29	12:35
		404	6238	9:20	9:20	10:40
		405	6977	10:05	10:05	11:30
		406	6385	9:45	9:45	10:50
		407	7457	8:35	8:35	9:15
		408	1368	11:42	11:42	12:25
		409	6318	10:20	10:20	11:40
		410	6341	9:42	9:42	10:30
		411	8451	9:23	9:23	9:45
		412	5854	6:15	6:15	8:10