

# ΜΟΝΤΕΛΟ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ

Μακρή Σταυρούλα

Πανεπιστήμιο Πάτρας – Τμήμα Ιατρικής Φυσικής, Γενικό Νοσοκομείο Αττικής ΚΑΤ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη προτείνει μία μεθοδολογία υποστήριξης λήψης ορθολογικών αποφάσεων για την εναπόθεση πόρων για τη συντήρηση, που βασίζεται στην επεξεργασία ιστορικών στοιχείων βλαβών/συντηρήσεων του Ιατροτεχνολογικού Εξοπλισμού. Χρησιμοποιούνται εργαλεία της Στατιστικής για την παραμετρική ανάλυση των κατανομών στις οποίες προσαρμόστηκαν οι μελετώμενες μεταβλητές, ώστε να είναι δυνατή η προβολή των γεγονότων στο μέλλον. Επίσης επιλέχθηκαν κατάλληλα μέτρα της επιστήμης της Συντήρησης, για την κατάλληλη αποτύπωση της κατάστασης του εξοπλισμού και την λήψη αποφάσεων για την πολιτική συντήρησης που απαιτείται για να αποφευχθεί η υποσυντήρηση, που έχει δυσμενείς συνέπειες για το σύστημα και για την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών Υγείας που σχετίζονται με αυτό,

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός αποτελεί σημαντικό παράγοντα βελτίωσης των υπηρεσιών υγείας. Η συντήρησή του ωστόσο, αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες αύξησης του λειτουργικού κόστους των Φορέων Υγείας. Αποφάσεις για τη συντήρηση με βάση την εμπειρία ή τη διαίσθηση, δεν βοηθούν αποτελεσματικά. Απαιτείται επιστημονική/οργανωμένη μεθοδολογία, βασισμένη σε ιστορικά δεδομένα της συμπεριφοράς κάθε συστήματος. Στον Ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό, η υψηλή αξιοπιστία είναι ιδιαίτερα ουσιώδης λόγω του υψηλού επιπέδου πολυπλοκότητας των συστημάτων. Δεδομένων των ανωτέρω, ως Αξιοπιστία μπορεί να οριστεί η πιθανότητα ένας εξοπλισμός να λειτουργήσει κανονικά σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Η πιθανότητα αυτή μπορεί να εκτιμηθεί με ακριβείς στατιστικούς υπολογισμούς και υπολογισμούς πιθανοτήτων, και η εκτίμηση μπορεί να είναι πολύ κοντά στην πραγματική αξιοπιστία του εξοπλισμού <sup>(1)</sup>.

## ΣΚΟΠΟΣ

Η μελέτη στοχεύει να προτείνει μια μεθοδολογία που να παρέχει τεκμηριωμένα στοιχεία από τη συμπεριφορά βλαβών του εξοπλισμού, προβάλλοντάς τα ταυτόχρονα στο μέλλον. Βασίζεται στη μελέτη της εκτιμώμενης μεταβολή της συνάρτησης Αξιοπιστίας σε συνάρτηση με το χρόνο, που, ως πιθανότητα, εκφράζεται μέσω της σχετικής συχνότητας αποτυχιών (συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας). Η πιθανότητα να λειτουργεί κανονικά ένα σύστημα μέχρι το χρόνο  $t$ , δίνεται από τη συνάρτηση αξιοπιστίας. Η επεξεργασία των διαθέσιμων δεδομένων με τη χρήση στατιστικών και γραφικών εργαλείων, επιτρέπει τη μελέτη της εγκατεστημένης βάσης από την άποψη της Αξιοπιστίας (Reliability) και της Συντηρησιμότητας (Maintainability). Ο ρυθμός με τον οποίο αποτυγχάνουν τα εξαρτήματα, οι συσκευές ή τα συστήματα είναι διαφορετικός ανάλογα με τον τύπο αποτυχίας. Έτσι στις πρώιμες αποτυχίες (Early Failures) ο ρυθμός είναι μειούμενος, στις τυχαίες αποτυχίες (Random Failures) είναι σχεδόν σταθερός και αποτυχίες φθοράς (Wearout Failures) είναι αυξητικός με το πέρασμα του χρόνου. Κάθε τύπος αποτυχίας περιγράφεται από διαφορετική στατιστική κατανομή και απαιτεί διαφορετικές μεθόδους για την ελαχιστοποίηση του. <sup>(2)</sup>

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΛΙΚΟ

Συγκεντρώθηκαν ιστορικά στοιχεία συμπεριφοράς βλαβών/συντηρήσεων απεικονιστικού εξοπλισμού διαφορετικής ηλικίας και έντασης χρήσης από το ίδιο Νοσηλευτικό Ίδρυμα. Η μελέτη τους πραγματοποιήθηκε με χρήση του στατιστικού πακέτου Minitab.

## ΜΕΘΟΔΟΣ

Χρησιμοποιήθηκαν ιστορικά δεδομένα βλαβών και προληπτικής συντήρησης (βασικά στατιστικά μέτρα στο σχ.1), και αναπτύχθηκε ένας συνδυασμός στατιστικών εργαλείων για να εξαχθούν συμπεράσματα.

- Προσαρμόστηκε η τυχαία μεταβλητή "Χρόνος μεταξύ αποτυχιών" σε μια γνωστή οικογένεια των παραμετρικών κατανομών, έτσι ώστε να μπορεί να προβλεφθεί η μελλοντική συμπεριφορά. (Σχ.2)
- Χρησιμοποιήθηκαν στατιστικά γραφήματα, διαγράμματα επιβίωσης/κινδύνου, κ.α. (Σχ. 3α, 3β)
- Επιλέχθηκαν κατάλληλα ποσοτικά μέτρα για τη συντήρηση: Μέσος χρόνος για επισκευή, Μέση διάρκεια downtime, Ώρες εργασίας συντήρησης/ώρα λειτουργίας, Συντελεστής συντήρησης, Διαθεσιμότητα, Εργατώρες συντήρησης ανά ώρα λειτουργίας, Συντελεστής Συντήρησης, κ.λ.π.
- Υιοθετήθηκαν γραφικές στατιστικές μέθοδοι, (π.χ. διάγραμμα Pareto) για τον εντοπισμό συχνότερων βλαβών και ελαττωματικών εξαρτημάτων. (Σχ.4.)

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Προέκυψαν αποτελέσματα για την Αξιοπιστία του εξοπλισμού και με την προβολή αυτών στο μέλλον, στάθηκε δυνατό να εντοπισθούν τα μηχανήματα/μέρη μηχανημάτων που είναι πιθανότερο να παρουσιάσουν βλάβη. Κατόπιν, εντοπίστηκαν οι δείκτες Συντηρησιμότητας, ώστε να είναι πληρέστερη η εικόνα για την λήψη αποφάσεων.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η προτεινόμενη μεθοδολογία υποστηρίζει τη λήψη αποφάσεων με στόχο:

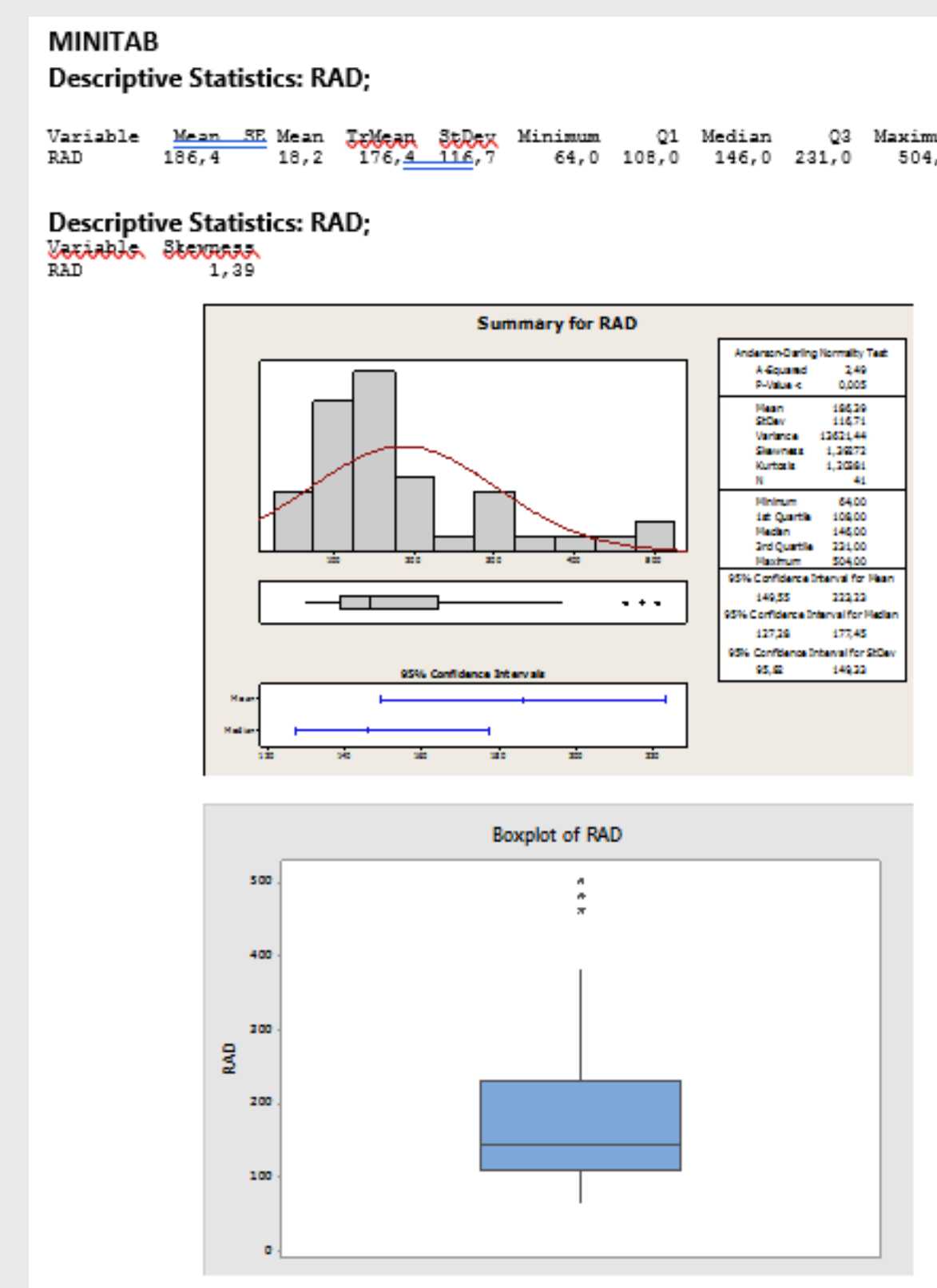
- τη βέλτιστη κατανομή των περιορισμένων ανθρωπίνων/οικονομικών πόρων
- την ορθολογική υιοθέτηση συγκεκριμένων πολιτικών συντήρησης για κάθε σύστημα (επανορθωτική, προληπτική, προγραμματισμένη κ.λ.π.)

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

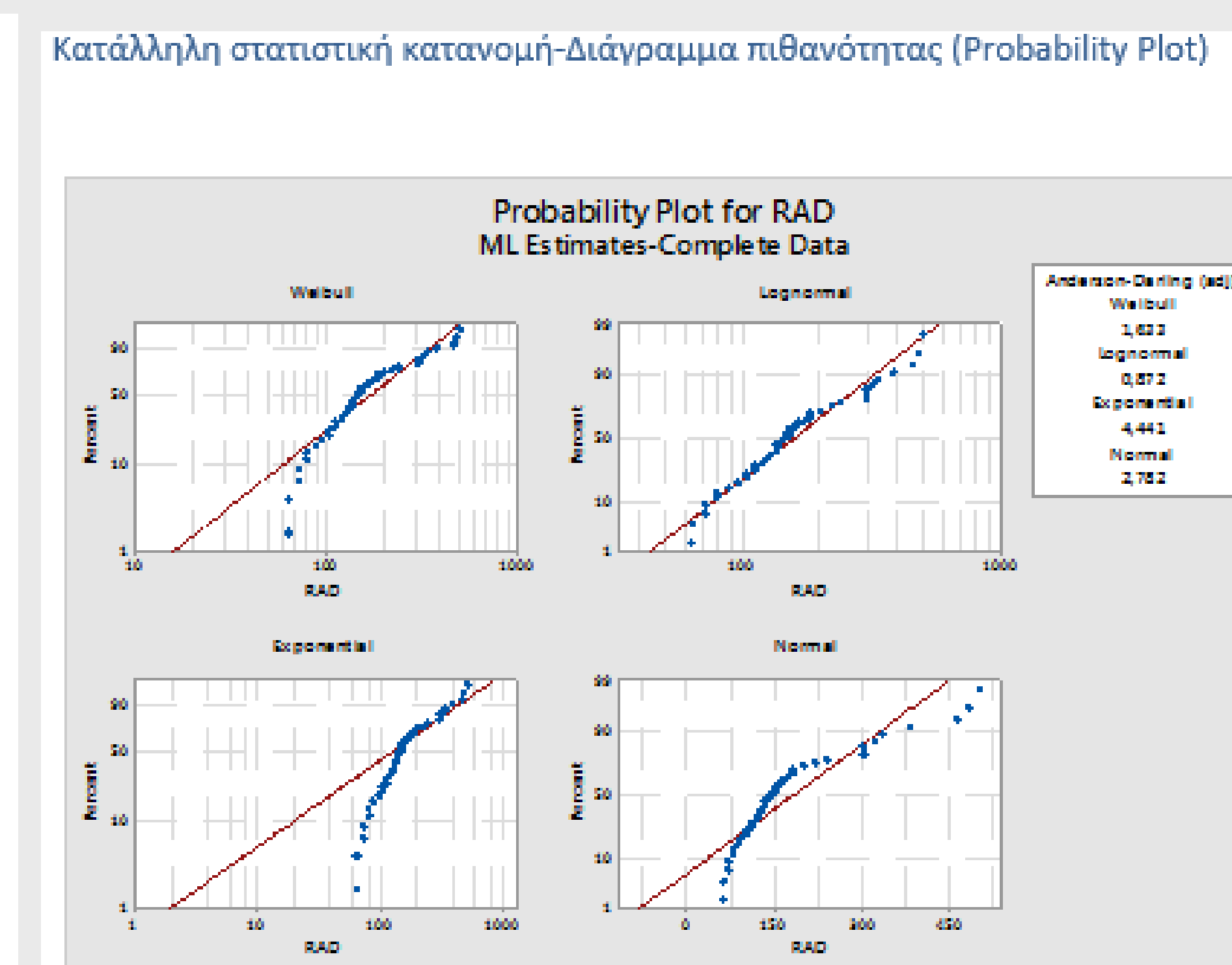
1. Ebeling, C.E. (1997), An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering, New York: Mc Graw-Hill
2. Klutke G, Kiessler C, Wortman A. (2015) A critical look at the bathtub curve, IEEE Transactions on Reliability, vol52 pp. 125–129.

## Στοιχεία Επικοινωνίας

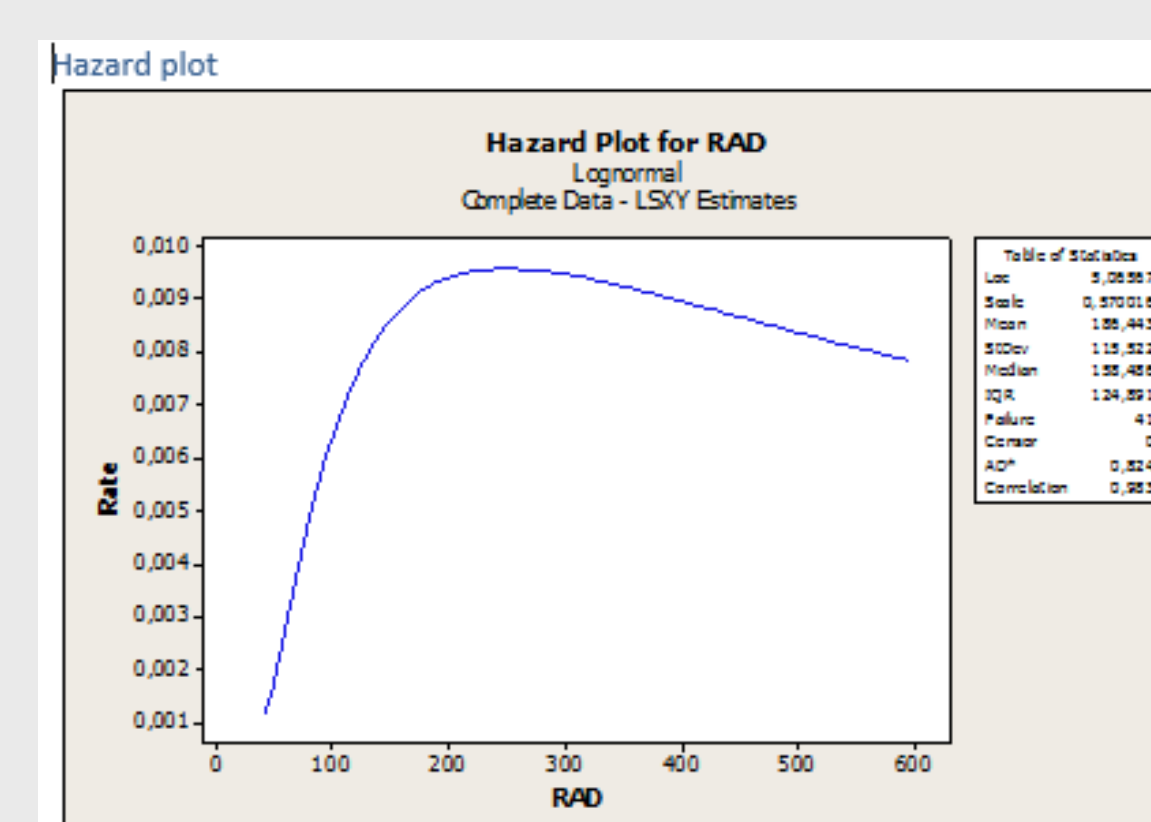
Σταυρούλα Μακρή  
Γενικό Νοσοκομείο Αττικής ΚΑΤ  
Email: bioiatriki1@kat-hosp.gr  
Τηλ.: ++30 6973316280



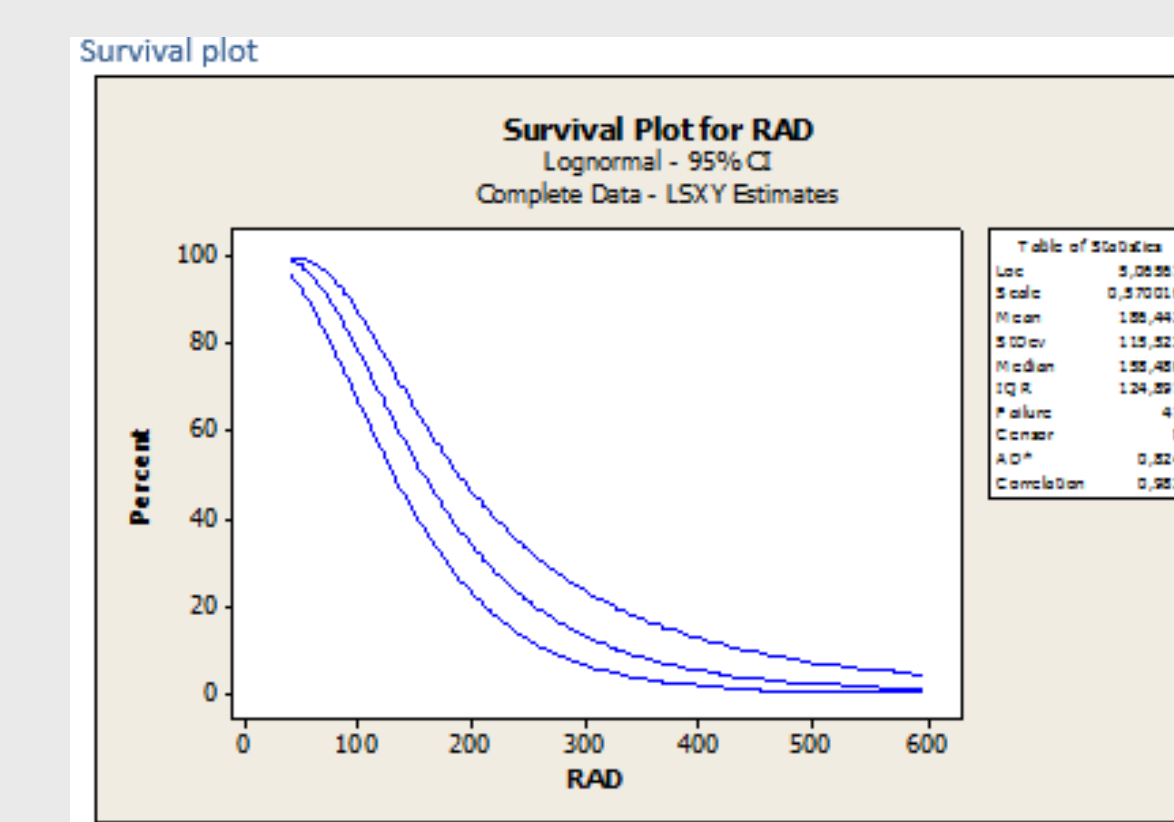
Σχ.1



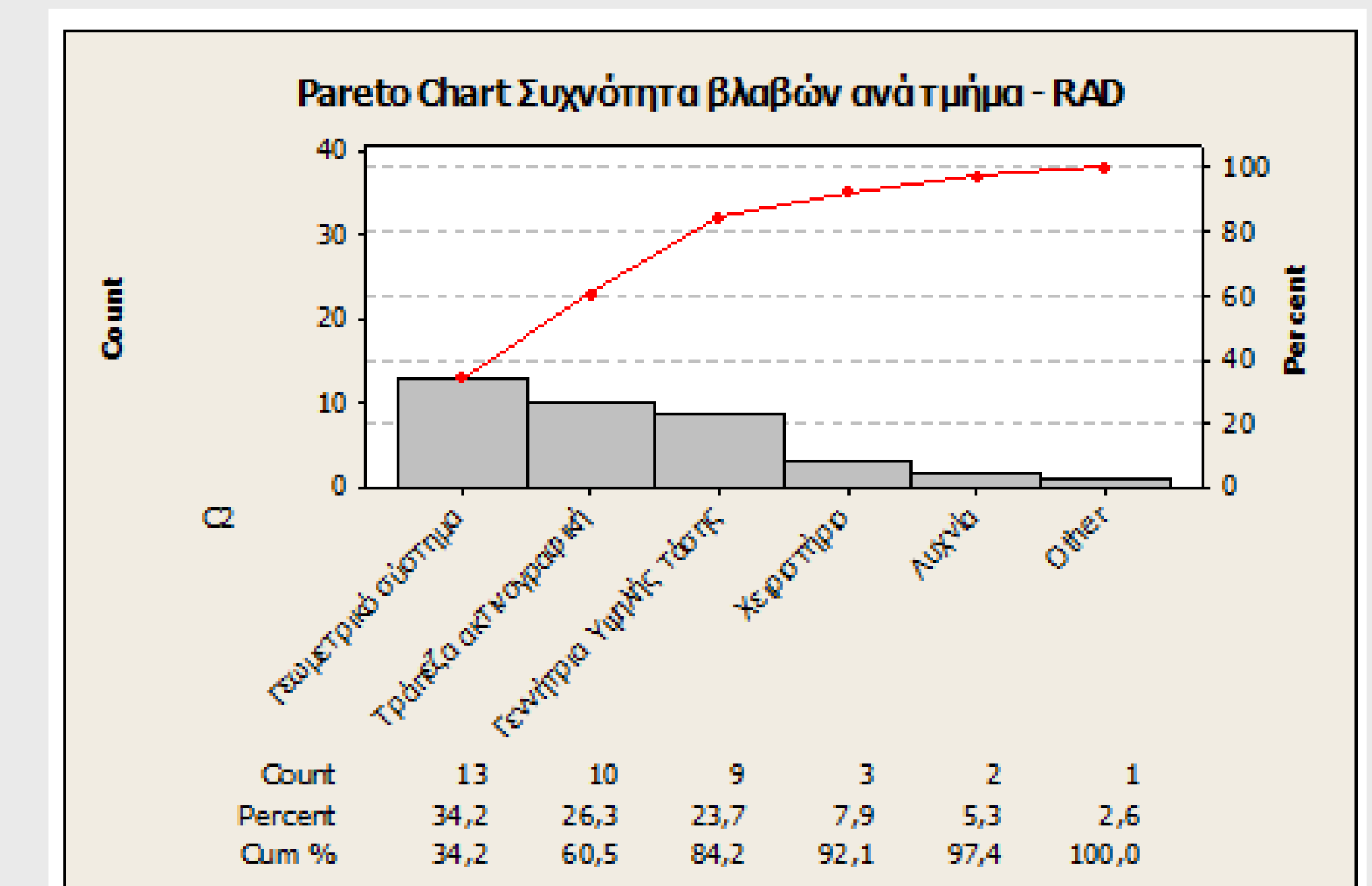
Σχ.2



Σχ.3α



Σχ.3β



Σχ.4