

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με την παγκοσμιοποίηση διευρύνθηκαν θεαματικά οι αγορές και με την απομάκρυνση κάθε μορφής προστατευτισμού οι επιχειρήσεις καλούνται πλέον να λειτουργούν σε ένα άκρως ανταγωνιστικό περιβάλλον. Μαζί με αυτά αυξήθηκε εντυπωσιακά το μέγεθος των επιχειρήσεων με διάφορες μορφές εξαγοράς και συγχωνεύσεων. Ο γιγαντισμός αυτός των επιχειρήσεων που πολλές φορές είναι εκτός κάθε οικονομικής λογικής, καθώς και ο διαρκώς αυξανόμενος ανταγωνισμός είχαν ως αποτέλεσμα να γίνουν μεγάλες επενδύσεις σε σύγχρονα τεχνολογικά συστήματα, αυξάνοντας έτσι θεαματικά την δυναμικότητα σε παραγόμενα αγαθά ή παρεχόμενες υπηρεσίες. Μέσα στο πλαίσιο αυτό για να επιβιώσει μια επιχείρηση θα πρέπει να είναι ανταγωνιστική, δηλαδή θα πρέπει να παράγει προϊόντα υψηλής ποιότητας με το ελάχιστο δυνατό κόστος.

Έτσι μία αστοχία, μία βλάβη σε ένα τεχνολογικό σύστημα είναι ανεπιθύμητη αφού μπορεί, εκτός του να θέσει σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές, να συνεπάγεται μεγάλες απώλειες παραγωγής, προκαλώντας έτσι σημαντική αύξηση του κόστους και μείωση της ποιότητας με αντίστοιχη μείωση της ανταγωνιστικότητας της επιχείρησης. Η εμφάνιση βλαβών που προκαλείται από πολλούς, ποικίλους και γενικά αστάθμητους παράγοντες είναι ένα στοχαστικό μέγεθος και η μελέτη του αποτελεί το αντικείμενο της [Αξιοπιστίας](#). Ειδικότερα ως αξιοπιστία ενός τεχνολογικού συστήματος ορίζεται η πιθανότητα εύρυθμης λειτουργίας του. Η διατήρηση τώρα των τεχνολογικών συστημάτων σε ένα επιθυμητό επίπεδο λειτουργίας με το μικρότερο δυνατό κόστος αποτελεί το αντικείμενο των διαφόρων πολιτικών [Συντήρησης](#).

Συνάγεται λοιπόν ότι οι σύγχρονες τεχνικές της Αξιοπιστίας και της συντήρησης αποκτούν ιδιαίτερο ενδιαφέρον αφού μειώνουν σημαντικά το κόστος παραγωγής, βελτιώνουν την ποιότητα των παραγομένων προϊόντων, αυξάνοντας έτσι σημαντικά την ανταγωνιστικότητα και γενικότερα την ίδια την αποτελεσματικότητα των επιχειρήσεων. Συμπερασματικά η Αξιοπιστία και η Συ-

ντήρηση καλούνται να παίξουν ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στην ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων.

Στο σημείο αυτό θεωρώ χρέος μου και ευχαρίστηση μου να αναφερθώ στον πανεπιστημιακό μου δάσκαλο που με εισήγαγε στον κόσμο της Αξιοπιστίας και της Συντήρησης, τον ομότιμο καθηγητή της Πολυτεχνικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης Κο Δημήτρη Ψωϊνό ο οποίος σχολιάζοντας αυτή την έκδοση μεταξύ άλλων έγραψε:

« Αν κοιτάξουμε προσεκτικά γύρω μας θα διαπιστώσουμε ότι το πλήθος των τεχνολογικών συστημάτων ολοένα αυξάνεται σε πολυπλοκότητα και τελειότητα. Ωστόσο, η βελτίωση της ποιότητας ζωής που προσδοκούμε από μια τέτοια ανάπτυξη δεν εξαρτάται τόσο από την αύξηση του πλήθους των τεχνολογικών συστημάτων, όσο από την ποιότητα των υπηρεσιών που μας προσφέρουν, η οποία προσμετρείται από την αξιόπιστη λειτουργία τους. Η ανάγκη για αξιόπιστη λειτουργία τους, οδήγησε στην ανάπτυξη της επιστημονικής περιοχής της Αξιοπιστίας. Ο συγγραφέας του βιβλίου αυτού εισάγει τον νέο μηχανικό και γενικά τον κάθε ενδιαφερόμενο στις σύγχρονες τεχνικές της αξιοπιστίας και συντήρησης θέτοντας έτσι τις περιοχές αυτές σε μια επιστημονική βάση που τόσο έλλειπε από την Ελληνική Πανεπιστημιακή Βιβλιογραφία. »

Η ύλη του βιβλίου αυτού που σκοπό έχει να εισαγάγει τον νέο μηχανικό, επιχειρηματία και κάθε άλλο ενδιαφερόμενο στις σύγχρονες τεχνικές της Αξιοπιστίας και της Συντήρησης κατανέμεται σε δύο μέρη ως εξής. Στο πρώτο μέρος γίνεται μια εισαγωγή στην έννοια της Αξιοπιστίας και την θεωρία των πιθανοτήτων, αναπτύσσονται και αναλύονται τρόποι υπολογισμού της Αξιοπιστίας απλών και σύνθετων τεχνολογικών συστημάτων. Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζονται οι θεωρίες αποκατάστασης βλαβών, ανανέωσης και αντικατάστασης εξαρτημάτων - τεχνολογικών συστημάτων και αναλύονται οι σύγχρονες πολιτικές Συντήρησης. Τέλος γίνεται αναφορά στα ολοκληρωμένα συστήματα Συντήρησης που υποστηρίζονται από υπολογιστικά συστήματα και τέτοιο σύστημα παρουσιάζεται αναλυτικά στο παράρτημα του βιβλίου αυτού.

Κλείνοντας τον πρόλογο αυτό θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω αφενός τον επιβλέποντα την διδακτορική μου διατριβή σε ανάλυση και μοντελοποίηση Αξιοπιστίας και Συντήρησης αγωγών

πετρελαίου ανοικτής θαλάσσης καθηγητή Roger de la Mare του Πανεπιστημίου του Bradford, UK και αφετέρου τον δάσκαλό μου στην Πολυτεχνική Σχολή του ΑΠΘ καθηγητή Μανώλη Λουκάκη για τις γνώσεις που μου έδωσε αλλά και για την ουσιαστική του βοήθεια και επιμέλεια αυτού του βιβλίου.

Ιωάννης Α. Μπακούρος

*Αναπληρωτής Καθηγητής
Αξιοπιστίας και Συντήρησης Τεχνολογικών Συστημάτων
Πολυτεχνική Σχολή
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας*

Περιεχόμενα

1^ο Μέρος

Κεφάλαιο 1

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ

1.1: Εισαγωγή	19
1.2: Ορισμός της αξιοπιστίας	26
Ασκήσεις κεφαλαίου 1	35

Κεφάλαιο 2

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΩΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ

2.1: Εισαγωγή	39
2.2: Η πιθανότητα	45
2.3: Υπολογισμός της πιθανότητας	47
2.4: Πράξεις με πιθανότητες	50
2.5: Το θεώρημα Bayes	66
2.6: Τυχαίες μεταβλητές – Κατανομές πιθανοτήτων	73
2.7: Κατανομές η συναρτήσεις πιθανοτήτων διακριτής τυχαίας μεταβλητής	75
2.8: Κατανομές πιθανοτήτων συνεχών τυχαίων μεταβλητών	77
2.9: Μέση τιμή και διακύμανση μιας τυχαίας μεταβλητης	85
Ασκήσεις κεφαλαίου 2	91

Κεφάλαιο 3

ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ

3.1: Εισαγωγή	97
---------------------	----

3.2: Διάρκεια ζωής εξαρτημάτων	98
3.3: Συνάρτηση αξιοπιστίας	100
3.4: Συνάρτηση ρυθμού αποτυχιών (βλαβών)	102
3.5: Αθροιστική συνάρτηση αποτυχιών (βλαβών)	104
3.6: Μέσος χρόνος λειτουργίας χωρίς βλάβη	106
3.7: Διασπορά χρόνου ζωής χωρίς αποτυχία	107
3.8: Διαθεσιμότητα	107
3.9: Επιλογή κατάλληλης παραμέτρου προσδιορισμού χαρακτηριστικών αξιοπιστίας.	108
3.10: Διαγράμματα αλληλοεπικαλύψεως	110
3.11: Ανάλυση της διεπιφάνειας φόρτισης – αντοχής.	114
Ασκήσεις κεφαλαίου 3	119

Κεφάλαιο 4

ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ

4.1: Εισαγωγή	123
4.2: Διωνυμική κατανομή	123
4.3: Κατανομή Poisson	127
4.4: Κανονική κατανομή	130
4.5: Λογαριθμοκανονική κατανομή	135
4.6: Εκθετική κατανομή	136
4.7: Συνοπτική παρουσίαση των κατανομών κανονική, λογαριθμοκανονική και εκθετική	139
4.8: Κατανομή Weibull	142
4.9: Ανάλυση Weibull	145
4.10: Χρήση του στατιστικού πακέτου Minitab	150
Ασκήσεις κεφαλαίου 4	174

Κεφάλαιο 5

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΛΗΣ ΜΟΡΦΗΣ

5.1: Εισαγωγή	181
5.2: Αξιοπιστία συστημάτων σε σειραϊκή διάταξη	185
5.3: Αξιοπιστία συστημάτων σε παράλληλη διάταξη	193
5.4: Αξιοπιστία συστημάτων σε μικτή διάταξη μονάδων	198
5.5: Συστήματα σε παράλληλη διάταξη και μερική εφεδρεία	200
5.6: Συστήματα σε ετοιμότητα ή ανενεργά συστήματα σε παράλληλη διάταξη	208
5.7: Συστήματα με νεκρούς χρόνους	216
5.8: Σύγκριση απλού, παράλληλου και συστήματος σε ετοιμότητα	221
Ασκήσεις Κεφαλαίου 5	227

Κεφάλαιο 6

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

6.1: Εισαγωγή	233
6.2: Δεδομένα αξιοπιστίας	234
6.3: Τεχνική πρόβλεψης αξιοπιστίας με απαρίθμηση πρωτογενών εξαρτημάτων	246
6.4. Μελέτη αστοχίας και των επιπτώσεών της	248
6.5. Ανάλυση δέντρων βλαβών	252
Ασκήσεις Κεφαλαίου 6	263

2^ο Μέρος

Κεφάλαιο 7

Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

7.1: Εισαγωγή	269
7.2: Ιστορική ανασκόπηση	273

7.3: Βασικές έννοιες της συντήρησης	276
7.4: Συντηρησιμότητα	290
7.5: Οι στοχαστικές διαδικασίες στην συντήρηση	295
7.6: Οι ποσοτικοί δείκτες συντηρησιμότητας	306
Ασκήσεις κεφαλαίου 7	313

Κεφάλαιο 8

ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

8.1: Εισαγωγή	317
8.2: Συντήρηση και Αποκατάσταση Βλαβών (Breakdown Corrective Maintenance)	319
8.3: Προγραμματισμένη Συντήρηση (Scheduled Maintenance Or Fixed Time Maintenance) ..	320
8.4: Προληπτική Συντήρηση (Preventive Maintenance)	321
8.5: Συντήρηση βάσει Κατάστασης ή Διαγνωστική Συντήρηση (Condition Based Maintenance)	326
8.6: Ολική Παραγωγική Συντήρηση (Total Productive Maintenance)	331
8.7: Πολιτικές αντικατάστασης	339
8.8: Βελτιστοποίηση αποτελεσματικότητας	353
Ασκήσεις Κεφαλαίου 8	362

Κεφάλαιο 9

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

9.1: Εισαγωγή	371
9.2: Προϋποθέσεις για επένδυση σε λογισμικό συντήρησης ...	372
9.3: Εγκατάσταση λογισμικού συντήρησης	373
9.4: Ένα ολοκληρωμένο λογισμικό συντήρησης	379

9.5: Πλεονεκτήματα διαχείρισης συντήρησης με Η/Υ	386
9.6: Μειονεκτήματα του λάθους χειρισμού του λογισμικού ...	388
9.7: Ανάπτυξη εκπαιδευτικού εργαλείου διαχείρισης συντήρησης.....	389
Ασκήσεις Κεφαλαίου 9	390

Παράρτημα 1

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

Εισαγωγή: Γνωριμία με το πρόγραμμα	393
Κεφάλαιο 1: Καταγραφή προβλημάτων	396
Κεφάλαιο 2: Προληπτική συντήρηση	414
Κεφάλαιο 3: Διαχείριση ανταλλακτικών	424
Κεφάλαιο 4: Δείκτης συντήρησης	435
Ασκήσεις παραρτήματος 1	436
Λύσεις ασκήσεων παραρτήματος 1	441

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	453
---------------------------	------------

ΛΥΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ	459
--	------------

Μέρος Πρώτο

Αξιοπιστία Τεχνολογικών Συστημάτων



