

ΓΙΩΡΓΟΣ Ν. ΤΑΓΑΡΑΣ

Καθηγητής Α.Π.Θ.

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ



Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα

ISBN 960-431-706-7

© Copyright, 2001, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Γ. Ν. Ταγαράς

*Απαγορεύεται η με κάθε τρόπο αντιγραφή ή αναπαραγωγή μέρους
ή όλου του βιβλίου χωρίς την έγγραφη άδεια του συγγραφέα και του εκδότη.*



**Φωτοστοιχειοθεσία
Εκτύπωση**

Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ

18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαίας

Τ.Θ. 171 • Νέοι Επιβάτες Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19

Τηλ.: 0392-72.222 (3 γραμ.) - Fax: 0392-72.229

e-mail: info@ziti.gr

Βιβλιοπωλείο

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

Αρμενοπούλου 27 • 546 35 Θεσσαλονίκη

Τηλ. (031) 203.720, Fax 211.305

e-mail: sales@ziti.gr

www.ziti.gr

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ποιότητα έχει αναδειχθεί τα τελευταία χρόνια ως καθοριστικός παράγοντας επιτυχίας ή αποτυχίας των προϊόντων και υπηρεσιών στην αγορά. Κατ' επέκταση, τα οικονομικά αποτελέσματα, η ανάπτυξη και η ανταγωνιστικότητα όλων των επιχειρήσεων, ανεξαρτήτως μεγέθους και τομέα δραστηριότητας, καθορίζονται σήμερα σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων και των παρεχόμενων υπηρεσιών. Η ποιότητα έχει αποκτήσει στρατηγική σημασία, είναι βασικό εργαλείο ανταγωνισμού και μπορεί να εξελιχθεί, κατά περίπτωση, σε μείζον συγκριτικό πλεονέκτημα ή αντίθετα σε πηγή σοβαρών προβλημάτων που μπορεί να απειλήσουν και αυτήν ακόμη τη βιωσιμότητα μιας επιχείρησης.

Οι διαπιστώσεις αυτές έχουν διατυπωθεί και τεκμηριωθεί με διάφορους τρόπους τόσο πολλές φορές, ώστε να έχουν καταστεί πλέον αναντίρρητες και να μην χρειάζονται περαιτέρω υποστήριξη ή απόδειξη. Παρόλο όμως που ο επιχειρηματικός κόσμος έχει αντιληφθεί πλήρως τη γενικότερη σημασία της ποιότητας, δεν έχει γίνει σε ανάλογο βαθμό κατανοητή η σημασία της χρήσης και αξιοποίησης των κατάλληλων επιστημονικών ποσοτικών μεθόδων, με τις οποίες η απαιτούμενη υψηλή ποιότητα μπορεί να επιτευχθεί και να διασφαλιστεί *με τον αποτελεσματικότερο δυνατό τρόπο*. Η ποιότητα ενός προϊόντος, τουλάχιστον από τη σκοπιά του παραγωγού, δεν πρέπει να νοείται απλά και μόνο ως ένα σύνολο τελικών χαρακτηριστικών, χωρίς δηλαδή να λαμβάνεται υπόψη η *διαδικασία και το κόστος* παραγωγής και ποιοτικού ελέγχου του προϊόντος. Αν η τελική ποιότητα είναι ικανοποιητική αλλά το κόστος επίτευξης αυτής της ποιότητας είναι υπερβολικά μεγάλο, ακριβώς επειδή η διασφάλιση της ποιότητας δεν γίνεται με οικονομικά αποτελεσματικές διαδικασίες, τότε το προϊόν δεν θα είναι ανταγωνιστικό. Κατά συνέπεια η ποιότητά του, με την ευρύτερη έννοια της σχέσης ποιότητας – κόστους, δεν θα είναι αποδεκτή από την αγορά. Οι καταναλωτές θα στραφούν σε άλλα προϊόντα της ίδιας ποιότητας αλλά χαμηλότερου κόστους, ή του ίδιου κόστους αλλά υψηλότερης ποιότητας.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η ύπαρξη και εφαρμογή ενός αποτελεσματικού συστήματος διασφάλισης ποιότητας σε όλες τις φάσεις της σχεδίασης

και παραγωγής ενός προϊόντος είναι ιδιαίτερα σημαντική, για τον ίδιο ακριβώς λόγο που είναι σημαντικές και η τεχνολογία και η οργάνωση αυτής καθαυτής της παραγωγικής διαδικασίας. Ποιες είναι όμως οι επιστημονικές ποσοτικές μέθοδοι, που αποτελούν τα βασικά συστατικά ενός τέτοιου συστήματος; Για να απαντηθεί αυτό το ερώτημα, πρέπει καταρχήν να επισημανθεί ότι όλες οι παραγωγικές διαδικασίες, ακόμη και οι πιο εξελιγμένες και αυτοματοποιημένες, χαρακτηρίζονται από εγγενή μεταβλητότητα που οφείλεται σε πληθώρα ελεγχόμενων και μη παραγόντων. Όσες προσπάθειες και αν καταβληθούν για την παραγωγή πανομοιότυπων προϊόντων, αποκλίσεις από τις επιθυμητές τιμές είναι αναπόφευκτες σε ένα μικρό έστω ποσοστό της συνολικής παραγωγής. Αφού λοιπόν οι τιμές των χαρακτηριστικών ποιότητας των προϊόντων είναι μεταβαλλόμενες και άρα εκφράζονται ως στατιστικά μεγέθη, ο έλεγχος ποιότητας είναι από τη φύση του στατιστικό πρόβλημα, τουλάχιστον εν μέρει, και συνεπώς είναι επόμενο και λογικό να αντιμετωπίζεται με στατιστικές μεθόδους.

Το παρόν σύγγραμμα αποτελεί μια προσπάθεια συστηματικής παρουσίασης των κυριότερων επιστημονικών μεθόδων και τεχνικών του στατιστικού ελέγχου ποιότητας, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην πρακτική τους εφαρμογή και ερμηνεία, με την ελπίδα ότι έτσι θα συμβάλει στη μεγαλύτερη διάδοσή τους στις ελληνικές επιχειρήσεις. Το βιβλίο απευθύνεται αφενός, ως διδακτικό σύγγραμμα, σε προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές Πολυτεχνικών Σχολών (κυρίως σε φοιτητές τμημάτων Μηχανολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης) και αφετέρου σε μηχανικούς και στελέχη επιχειρήσεων, που ασχολούνται με θέματα διασφάλισης ποιότητας και επιθυμούν να διευρύνουν τις γνώσεις τους στο αντικείμενο αυτό. Ενδεικτικό του ύφους και του προσανατολισμού του, είναι ότι το βιβλίο περιέχει 80 λυμένα παραδείγματα, πολλά από τα οποία αναφέρονται σε συγκεκριμένα πραγματικά προβλήματα, που μελετήθηκαν από τον συγγραφέα αλλά και από προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Α.Π.Θ. στα πλαίσια της εκπόνησης των διπλωματικών τους εργασιών. Τόσο η παρουσίαση των μεθόδων, όσο και τα παραδείγματα, επικεντρώνονται στη διασφάλιση ποιότητας προϊόντων. Όμως, πολλές από τις τεχνικές έχουν εφαρμογή και στη διασφάλιση ποιότητας υπηρεσιών.

Η ύλη του βιβλίου είναι διαρθρωμένη σε τέσσερα μέρη. Το πρώτο μέρος (κεφάλαια 1 και 2) περιλαμβάνει μια γενική εισαγωγή στις βασικές έννοιες της ποιότητας και μια συνοπτική επανάληψη – παρουσίαση εκείνων των στοιχείων της στατιστικής, που είναι απαραίτητα για την κατανόηση των τεχνικών του στατιστικού ελέγχου ποιότητας. Τα επόμενα τρία μέρη πραγματεύονται αντίστοιχα τις τρεις μεγάλες περιοχές του στατιστικού ελέγχου ποιότητας. Συγκεκριμένα, το δεύτερο μέρος (κεφάλαια 3 έως 5) περιγράφει και αναλύει τα σχήματα ελέγχου ποιότητας αποδοχής, το τρίτο μέρος (κεφάλαια 6 έως 11) έχει ως αντικείμενο τον

στατιστικό έλεγχο ποιότητας των παραγωγικών διαδικασιών, ενώ στο τέταρτο μέρος (κεφάλαια 12 έως 15) παρουσιάζονται οι μέθοδοι βελτίωσης της ποιότητας προϊόντων μέσω της εκτέλεσης και ανάλυσης στατιστικών πειραμάτων. Η σχετική έκταση στην οποία καλύπτονται τα αντικείμενα των τριών περιοχών του στατιστικού ελέγχου ποιότητας αντικατοπτρίζει τη σχετική τους σημασία και βαρύτητα, σύμφωνα βέβαια με την προσωπική άποψη του συγγραφέα. Επισημαίνεται ότι τα συνολικά περιεχόμενα του βιβλίου αντιστοιχούν περίπου σε ύλη δύο εξαμηνιαίων πανεπιστημιακών μαθημάτων. Εάν το βιβλίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως διδακτικό σύγγραμμα για ένα μόνο εξαμηνιαίο μάθημα, προτείνεται να παραλειφθούν εντελώς τα κεφάλαια 4 και 14 και ορισμένα μέρη των κεφαλαίων 10 και 13.

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να υπογραμμιστεί ότι η έμφαση του συγγράμματος στις τεχνικές του στατιστικού ελέγχου ποιότητας δεν σημαίνει ότι η διασφάλιση ποιότητας περιορίζεται μόνο στη σχεδίαση και εφαρμογή στατιστικών μεθόδων. Αντίθετα, εξίσου μεγάλο ρόλο στον έλεγχο ποιότητας (όπως και γενικότερα στην οργάνωση παραγωγής) έχουν προφανώς οι ποιοτικές μέθοδοι και ειδικότερα εκείνες που αφορούν θέματα διοίκησης και παρακίνησης του ανθρώπινου δυναμικού της επιχείρησης. Σε τελευταία ανάλυση, η εύρυθμη λειτουργία όλων των παραγωγικών συστημάτων εξαρτάται από το σύνολο των εργαζομένων. Ακόμη και το πιο τέλεια σχεδιασμένο σύστημα στατιστικών μεθόδων ελέγχου ποιότητας θα αποτύχει, αν το προσωπικό που έχει αναλάβει την υλοποίησή του δεν έχει πεισθεί για τη σκοπιμότητα της σωστής και ακριβούς εφαρμογής του.

Κλείνοντας τον σύντομο αυτό πρόλογο θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όσους βοήθησαν στην ολοκλήρωση του παρόντος βιβλίου. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τη Μηχανολόγο Μηχανικό κ. Σοφία Παναγιωτίδου για τη συμβολή της στην επεξεργασία ορισμένων παραδειγμάτων και στην επιμέλεια των δοκιμίων, καθώς και το προσωπικό των Εκδόσεων Ζήτη που φρόντισε την άρτια εμφάνιση του βιβλίου.

Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2001

Γιώργος Ταγαράς

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Α΄ ΜΕΡΟΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ	1
1. Εισαγωγή στην ποιότητα	3
1.1. Ιστορική εξέλιξη	3
1.2. Κόστος ποιότητας	7
1.3. Μέθοδοι βελτίωσης της ποιότητας	11
1.3.1. Απλές γραφικές μέθοδοι	11
1.3.2. Στατιστικές μέθοδοι	17
1.4. Συστήματα ποιότητας και ολική ποιότητα	20
1.4.1. Στοιχεία συστημάτων ποιότητας	20
1.4.2. Η σειρά προτύπων ISO 9000	24
1.4.3. Ολική ποιότητα	26
2. Βασικές έννοιες στατιστικής	29
2.1. Θεωρία πιθανοτήτων	29
2.1.1. Γεγονότα και αξιωματική πιθανότητα	29
2.1.2. Πιθανότητα υπό συνθήκη - Θεώρημα Bayes	31
2.2. Τυχαίες μεταβλητές	32
2.2.1. Συναρτήσεις πιθανότητας μιας τυχαίας μεταβλητής	33
2.2.2. Συναρτήσεις μιας τυχαίας μεταβλητής - Ροπές	36
2.2.3. Συναρτήσεις πιθανότητας πολλών τυχαίων μεταβλητών	37
2.3. Χρήσιμες κατανομές τυχαίων μεταβλητών	42
2.3.1. Υπεργεωμετρική κατανομή	42
2.3.2. Διωνυμική κατανομή	43
2.3.3. Γεωμετρική κατανομή	44
2.3.4. Κατανομή Poisson	45
2.3.5. Ομοιόμορφη κατανομή	46
2.3.6. Κανονική κατανομή	47
2.3.7. Εκθετική κατανομή	49
2.3.8. Κατανομή Γ	51
2.3.9. Κατανομή Β	51

2.4. Στατιστικές εκτιμήσεις	53
2.4.1. Βασικές σημειακές εκτιμήτριες θέσης και διασποράς	54
2.4.2. Κατανομές εκτιμητριών	56
2.4.3. Διαστήματα εμπιστοσύνης	60
2.5. Στατιστικός έλεγχος υποθέσεων	61
2.5.1. Είδη στατιστικών σφαλμάτων	62
2.5.2. Διαδικασία ελέγχου	63
Ασκήσεις	65

Β΄ ΜΕΡΟΣ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟΔΟΧΗΣ	71
---	----

3. Έλεγχος ποιότητας αποδοχής με διαλογή	73
3.1. Περιγραφή και στατιστικές ιδιότητες δειγματοληπτικών σχημάτων	74
3.1.1. Απλό δειγματοληπτικό σχήμα	74
3.1.2. Διπλό δειγματοληπτικό σχήμα	81
3.1.3. Πολλαπλά δειγματοληπτικά σχήματα	85
3.2. Μέθοδοι σχεδίασης δειγματοληπτικών σχημάτων	89
3.2.1. Στατιστικά κριτήρια	90
3.2.2. Τα πρότυπα ΕΛΟΤ 398.0 - 398.1	95
3.2.3. Οικονομικά κριτήρια	103
Ασκήσεις	110
4. Ειδικές τεχνικές ελέγχου αποδοχής με διαλογή	115
4.1. Αλυσιδωτή δειγματοληψία	115
4.2. Συνεχής δειγματοληψία	118
4.3. Σχήματα ελέγχου με παράλειψη παρτίδων	122
Ασκήσεις	124
5. Έλεγχος ποιότητας αποδοχής με μέτρηση	127
5.1. Περιγραφή και στατιστικές ιδιότητες δειγματοληπτικών σχημάτων	129
5.1.1. Έλεγχος με εκτίμηση ποσοστού ελαττωματικών	129
5.1.2. Έλεγχος μέσης τιμής	133
5.2. Μέθοδοι σχεδίασης δειγματοληπτικών σχημάτων	133
5.2.1. Στατιστικά κριτήρια	133
5.2.2. Τα διεθνή πρότυπα	136
5.2.3. Οικονομικά κριτήρια	144
Ασκήσεις	145

Γ' ΜΕΡΟΣ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	149
6. Ανάλυση δυνατοτήτων παραγωγικής διαδικασίας	151
6.1. Εκτίμηση της διασποράς σε παραγωγική διαδικασία	152
6.2. Δείκτες δυνατότητας παραγωγικής διαδικασίας	163
Ασκήσεις	170
7. Γενικές αρχές των διαγραμμάτων ελέγχου	173
7.1. Αιτίες μεταβλητότητας και στατιστικός έλεγχος	174
7.2. Βασική στατιστική θεωρία του διαγράμματος ελέγχου	177
7.3. Μορφές χρονοσειρών και ερμηνεία	187
Ασκήσεις	195
8. Διαγράμματα ελέγχου χαρακτηριστικών διαλογής	197
8.1. Έλεγχος ποσοστού ελαττωματικών	198
8.2. Έλεγχος αριθμού ελαττωματικών	205
8.3. Έλεγχος αριθμού ελαττωμάτων	207
Ασκήσεις	215
9. Διαγράμματα ελέγχου χαρακτηριστικών μέτρησης	219
9.1. Έλεγχος διασποράς	220
9.1.1. Διάγραμμα ελέγχου εύρους	221
9.1.2. Διάγραμμα ελέγχου τυπικής απόκλισης	225
9.2. Έλεγχος μέσης τιμής	229
9.3. Έλεγχος μεμονωμένων μετρήσεων	238
Ασκήσεις	244
10. Ειδικά διαγράμματα ελέγχου	249
10.1. Αθροιστικό διάγραμμα	250
10.1.1. Αλγοριθμική μέθοδος	251
10.1.2. Γραφική μέθοδος	256
10.1.3. Στατιστικές ιδιότητες	261
10.2. Διάγραμμα με εκθετική εξομάλυνση	266
10.3. Διάγραμμα ελέγχου αποδοχής	271
10.4. Άλλα ειδικά διαγράμματα ελέγχου	278
10.4.1. Διάγραμμα με ασύμμετρα όρια ελέγχου	278
10.4.2. Ομαδικό διάγραμμα ελέγχου	279
10.4.3. Διάγραμμα πολλαπλών χαρακτηριστικών μέτρησης	282
10.4.4. Δυναμικό διάγραμμα ελέγχου	287
Ασκήσεις	290

11. Μέθοδοι σχεδίασης διαγραμμάτων ελέγχου	295
11.1. Στατιστικά κριτήρια	296
11.2. Οικονομικά κριτήρια	300
Ασκήσεις	312
Δ' ΜΕΡΟΣ	
ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ	315
12. Στατιστικά πειράματα με έναν παράγοντα	317
12.1. Ανάλυση μεταβλητότητας	317
12.2. Έλεγχος επάρκειας του μαθηματικού προτύπου	327
Ασκήσεις	331
13. Στατιστικά πειράματα με πολλούς παράγοντες	333
13.1. Παραγοντικά πειράματα	334
13.1.1. Πειράματα με δύο παράγοντες	334
13.1.2. Πειράματα με όλους τους παράγοντες σε δύο επίπεδα (2^K)	345
13.2. Κλασματικά παραγοντικά πειράματα	352
13.2.1. Κλασματικά πειράματα με όλους τους παράγοντες σε δύο επίπεδα	352
13.2.2. Ορθογώνια διανύσματα	360
13.3. Οδηγίες για την επιλογή, εκτέλεση και ανάλυση στατιστικών πειραμάτων	366
Ασκήσεις	369
14. Μεθοδολογία επιφάνειας απόκρισης	375
14.1. Εμπειρικά μοντέλα παλινδρόμησης	376
14.2. Μέθοδος μέγιστης ανόδου	379
14.3. Βελτιστοποίηση παραμέτρων με τη μεθοδολογία επιφάνειας απόκρισης	386
Ασκήσεις	392
15. Μεθοδολογία Taguchi	395
15.1. Τετραγωνική συνάρτηση κόστους ποιότητας	396
15.2. Σχεδιασμός παραμέτρων	400
15.2.1. Σχεδιασμός πειράματος	400
15.2.2. Ανάλυση πειραματικών αποτελεσμάτων	402
15.3. Κριτική της μεθοδολογίας Taguchi	413
Ασκήσεις	417

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	421
Α' Στατιστικοί πίνακες	423
Β' Ορθογώνια διανύσματα και πίνακες αλληλεπιδράσεων	441
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	447
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ	451

Α' ΜΕΡΟΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

Η ποιότητα είναι μια πολυσύνθετη έννοια, στην οποία έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί. Σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο ISO 8402 (1986):

«Ποιότητα είναι το σύνολο των ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών ενός προϊόντος, διαδικασίας ή υπηρεσίας που καθορίζουν την ικανότητα ανταπόκρισης σε δηλωμένες ή εννοούμενες ανάγκες.»

Άλλοι δημοφιλείς ορισμοί της ποιότητας είναι:

«Ποιότητα είναι καταλληλότητα για χρήση» (Juran, 1974) και

«Ποιότητα είναι συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις ή προδιαγραφές» (Crosby, 1979).

Ανεξάρτητα από προτιμήσεις ως προς τον ορισμό, είναι κοινά αποδεκτό ότι υπάρχουν δυο γενικές πλευρές της ποιότητας: ποιότητα σχεδιασμού και ποιότητα κατασκευής.

Η ποιότητα σχεδιασμού (quality of design) αναφέρεται στα κύρια χαρακτηριστικά του προϊόντος. Διαφορές στην ποιότητα σχεδιασμού ομοειδών προϊόντων είναι απόρροια συνειδητών επιλογών της διοίκησης της επιχείρησης και ανάλογων επιλογών από τους μηχανικούς κατά τη φάση σχεδίασης του προϊόντος. Π.χ. ένα πολυτελές επιβατικό αυτοκίνητο μεγάλου κυβισμού έχει διαφορετική ποιότητα σχεδιασμού από ένα οικονομικό αυτοκίνητο μικρού κυβισμού. Η επιλογή ορισμένης ποιότητας σχεδιασμού αποτελεί σημαντική στρατηγική απόφαση και μέσο ανταγωνισμού, καθώς προσδιορίζει το τμήμα της αγοράς στο οποίο απευθύνεται το προϊόν.

Ποιότητα κατασκευής (manufactured quality, quality of conformance) είναι ο βαθμός συμμόρφωσης προς τις προδιαγραφές που προβλέπει ο σχεδιασμός του προϊόντος. Η ποιότητα κατασκευής αποτελεί το αντικείμενο του ελέγχου ποιότητας (quality control) και της διασφάλισης ποιότητας (quality assurance), που σύμφωνα με το πρότυπο ISO 9000 (1994) ορίζονται ως εξής:

«Έλεγχος ποιότητας είναι οι επιχειρησιακές τεχνικές και δραστηριότητες που χρησιμοποιούνται για να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις για ποιότητα.»

«Διασφάλιση ποιότητας είναι όλες εκείνες οι προγραμματισμένες και συστηματικές ενέργειες, που είναι απαραίτητες για να εξασφαλίζουν επαρκώς ότι ένα προϊόν ή υπηρεσία θα ανταποκρίνεται σε δεδομένες απαιτήσεις για ποιότητα.»

Οι μέθοδοι του ελέγχου ποιότητας κατασκευής έχουν καθολική εφαρμογή, ανεξάρτητα από την ποιότητα σχεδιασμού. Π.χ. οι προδιαγραφές επιτάχυνσης από 0 σε 100 χλμ. ανά ώρα είναι γενικά διαφορετικές σε αυτοκίνητα με διαφορετική ποιότητα σχεδιασμού, αλλά η συμμόρφωση προς τις διαφορετικές προδιαγραφές εξασφαλίζεται με τις ίδιες τεχνικές. Το σύγγραμμα αυτό επικεντρώνεται στη μελέτη των ποσοτικών μεθόδων του ελέγχου ποιότητας κατασκευής και ειδικότερα στις τεχνικές που περιλαμβάνονται στον όρο «στατιστικός έλεγχος ποιότητας».

Τα δύο κεφάλαια του πρώτου μέρους αποτελούν, αντίστοιχα, μια εισαγωγή σε βασικές έννοιες της ποιότητας και μια συνοπτική παρουσίαση εκείνων των στοιχείων της στατιστικής που είναι απαραίτητα για την κατανόηση των τεχνικών του στατιστικού ελέγχου ποιότητας.



1 Εισαγωγή στην ποιότητα

Σκοπός αυτού του εισαγωγικού κεφαλαίου είναι να παρουσιάσει ορισμένες βασικές έννοιες και μεθόδους βελτίωσης της ποιότητας, ώστε ο αναγνώστης να σχηματίσει μία γενική εικόνα του αντικειμένου πριν προχωρήσει στη λεπτομερή ανάλυση συγκεκριμένων τεχνικών στα επόμενα μέρη του συγγράμματος. Στην παράγραφο 1.1 παρουσιάζεται η ιστορική εξέλιξη της ποιότητας και του ελέγχου ποιότητας. Στην παράγραφο 1.2 καταγράφονται και αναλύονται τα στοιχεία κόστους που σχετίζονται με την ποιότητα. Ακολουθεί μια εισαγωγή στις κυριότερες μεθόδους βελτίωσης της ποιότητας, ενώ η τελευταία παράγραφος περιγράφει συνοπτικά τα βασικά στοιχεία των ολοκληρωμένων συστημάτων ποιότητας που χρησιμοποιούνται στην πράξη.

1.1 Ιστορική εξέλιξη

Η θεωρία και πράξη της ποιότητας γενικά και του ελέγχου ποιότητας ειδικότερα από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης μέχρι σήμερα έχουν περάσει από διάφορες περιόδους, που είναι δυνατό να ονομαστούν και ταξινομηθούν κατά διαφορετικούς τρόπους. Σύμφωνα πάντως με την άποψη ορισμένων ειδικών ερευνητών (π.χ. Garvin, 1988), η ιστορική εξέλιξη της ποιότητας μπορεί να περιγραφεί από 4 φάσεις, οι οποίες περιγράφονται στη συνέχεια αυτής της παραγράφου.

Η παρουσίαση των φάσεων εξέλιξης της ποιότητας δεν γίνεται μόνο γιατί παρουσιάζει ενδιαφέρον από ιστορική άποψη, αλλά και γιατί η ανάπτυξη συστημάτων ελέγχου και βελτίωσης της ποιότητας στο επίπεδο μιας επιχείρησης ακολουθεί κατά κανόνα τα ίδια βήματα που έχει ακολουθήσει η ποιότητα και ο έλεγχος της σε μακροσκοπικό επίπεδο. Για την επίτευξη ενός υψηλού επιπέδου

ποιότητας από μια επιχείρηση με τη βοήθεια σύγχρονων απόψεων και τεχνικών είναι αναγκαίο και αναπόφευκτο η σχετική προσπάθεια να περάσει από ορισμένα στάδια και στο σημείο αυτό η μελέτη της ιστορικής πραγματικότητας παρέχει χρήσιμα διδάγματα. Πρέπει όμως να υπογραμμιστεί ότι τα στάδια αυτά δεν είναι διαδοχικά και αλληλοαποκλειόμενα. Αντίθετα, σε κάθε στάδιο ανάπτυξης είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται κατάλληλα η εμπειρία και τα βασικά στοιχεία όλων των προηγούμενων φάσεων.

A. Έλεγχος - επιθεώρηση

Από τις αρχές του 19ου αιώνα, οπότε η τυποποίηση άρχισε να γίνεται εφικτή, μέχρι περίπου το 1920 η διασφάλιση της ποιότητας βασίζεται αποκλειστικά στην επιθεώρηση και μέτρηση των παραγομένων προϊόντων. Ενώ αρχικά ο έλεγχος αυτός διενεργείται άτυπα από τον ίδιο τον τεχνίτη, με την εμφάνιση του Frederick Taylor και των μεθόδων της επιστημονικής διοίκησης (scientific management) κατά το 1900 ο έλεγχος ικανοποίησης των προδιαγραφών περνά στη δικαιοδοσία και ευθύνη ειδικών ελεγκτών (inspectors). Ο έλεγχος ποιότητας όμως εξακολουθεί να περιορίζεται στον εντοπισμό και επισκευή των ελαττωματικών, χωρίς γενικά να επεκτείνεται σε προσπάθειες αναγνώρισης και διόρθωσης των αιτίων της κακής ποιότητας.

B. Στατιστικός έλεγχος ποιότητας

Ο στατιστικός έλεγχος ποιότητας (Statistical Quality Control, SQC) έχει τις αρχές του την δεκαετία του 1920 στα Bell Telephone Laboratories των Η.Π.Α., όπου αναπτύχθηκαν σχεδόν ταυτόχρονα δύο μεγάλες περιοχές: ο έλεγχος ποιότητας αποδοχής και ο έλεγχος παραγωγικής διαδικασίας.

Ο έλεγχος ποιότητας αποδοχής (acceptance sampling) ξεκίνησε από την απλή διαπίστωση ότι ο 100% έλεγχος δεν είναι ο περισσότερο αποτελεσματικός τρόπος, από οικονομική άποψη, διαχωρισμού μεταξύ καλών και ελαττωματικών προϊόντων. Ορμώμενοι από την παρατήρηση αυτή ο Harold Dodge και ο Harry Romig ανέπτυξαν δειγματοληπτικά σχήματα ελέγχου παρτίδων παραγωγής, σύμφωνα με τα οποία η απόφαση για αποδοχή ή απόρριψη συγκεκριμένης παρτίδας εξαρτάται από την ποιότητα περιορισμένου αριθμού μονάδων, που ανήκουν σε τυχαίο δείγμα από την παρτίδα αυτή.

Ο έλεγχος παραγωγικής διαδικασίας (process control) εισάγει για πρώτη φορά την έννοια της πρόληψης στον έλεγχο ποιότητας. Η αρχική του ανάπτυξη οφείλεται στον Walter Shewhart, ο οποίος συνειδητοποίησε ότι η διασπορά τιμών ενός χαρακτηριστικού ποιότητας (π.χ. μιας διάστασης) είναι αναπόφευκτη κατά την παραγωγή, αλλά ένα μέρος της οφείλεται σε τυχαίες, μη ελεγχόμενες αιτίες και ένα άλλο μέρος οφείλεται σε συγκεκριμένα αίτια (συστηματικές μεταβολές),

τα οποία μπορούν να εντοπισθούν και διορθωθούν. Για να διευκολύνει τη διάκριση ανάμεσα σε τυχαίες και συστηματικές μεταβολές, ο Shewhart σχεδίασε απλές στατιστικές τεχνικές και αντίστοιχα διαγράμματα ελέγχου και πρότεινε τρόπους βελτίωσης της ποιότητας με εξάλειψη των αιτίων των συστηματικών μεταβολών. Τα διαγράμματα ελέγχου που εισήγαγε ο Shewhart εξακολουθούν και σήμερα να είναι τα ευρύτερα χρησιμοποιούμενα εργαλεία για τον έλεγχο ομαλής λειτουργίας των παραγωγικών διαδικασιών.

Ο στατιστικός έλεγχος ποιότητας γνώρισε ιδιαίτερη ανάπτυξη στις Η.Π.Α. κατά τον Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο, με τη δημιουργία στατιστικών πινάκων και προτύπων για την υποβοήθηση της παραγωγής και της παραλαβής ικανοποιητικής ποιότητας όπλων και πυρομαχικών από μεγάλο αριθμό προμηθευτών. Τα πρώτα μαθήματα ελέγχου ποιότητας σε πανεπιστημιακό επίπεδο έγιναν στο Carnegie Institute of Technology το 1941 και στο Stanford University το 1942. Η πρώτη επιστημονική εταιρία ελέγχου ποιότητας (American Society for Quality Control, ASQC) δημιουργήθηκε το 1946 στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Η εφαρμογή των μεθόδων του στατιστικού ελέγχου ποιότητας δεν ατόνησε με την εμφάνιση των νέων τάσεων που οριοθετούν τις δυο επόμενες φάσεις της ιστορικής εξέλιξης. Αντίθετα νέα ώθηση δόθηκε μετά το 1980 με την ανάπτυξη τρίτης μεγάλης περιοχής του στατιστικού ελέγχου ποιότητας, που επικεντρώνεται στη βελτίωση της ποιότητας κατά τη φάση σχεδίασης προϊόντων και παραγωγικών διαδικασιών με τη βοήθεια στατιστικών πειραμάτων.

Γ. Διασφάλιση ποιότητας

Η περίοδος της διασφάλισης ποιότητας (Quality Assurance) χαρακτηρίζεται από την εισαγωγή νέων εννοιών και μεθόδων επιπλέον των στατιστικών και την επέκτασή τους από την παραγωγή σε όλους τους τομείς δραστηριότητας των επιχειρήσεων. Μπορεί να θεωρηθεί ότι η φάση της διασφάλισης ποιότητας καλύπτει χρονικά την περίοδο από το 1950 μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980 και περιλαμβάνει τις 4 παρακάτω συνιστώσες:

- α) *Κόστος ποιότητας*. Η ποσοτικοποίηση των στοιχείων κόστους ποιότητας εισάγεται για πρώτη φορά το 1951 από τον Joseph Juran στην πρώτη έκδοση του συγγράμματος *Quality Control Handbook*, το οποίο εξακολουθεί να κατέχει σημαντική θέση στη διεθνή βιβλιογραφία (Juran and Gryna, 1988).
- β) *Ολικός έλεγχος ποιότητας* (Total Quality Control, TQC). Κεντρικός άξονας του ολικού ελέγχου ποιότητας είναι η θέση ότι η ευθύνη της ποιότητας δεν περιορίζεται στα τμήματα παραγωγής και ποιοτικού ελέγχου, αλλά επεκτείνεται σε ολόκληρη την επιχείρηση και σε όλες τις φάσεις της σχεδίασης, αγοράς πρώτων υλών, παραγωγής, διανομής και εξυπηρέτησης των πελατών. Εμπνευστής του ολικού ελέγχου ποιότητας και συγγραφέας του ομώ-

νυμου βιβλίου που πρωτοεκδόθηκε το 1951 είναι ο Armand Feigenbaum (Feigenbaum, 1991).

- γ) *Ανάλυση αξιοπιστίας*. Η αξιοπιστία αποτελεί τη χρονική διάσταση της ποιότητας, στην οποία δεν είχε δοθεί ιδιαίτερη προσοχή μέχρι το 1950. Στη συνέχεια όμως η θεωρία αξιοπιστίας γνώρισε σημαντική εξέλιξη εξαιτίας της ανάπτυξης της βιομηχανίας ηλεκτρονικών και των σχετικών αναγκών βελτίωσης της ποιότητας των διαφόρων ηλεκτρονικών συσκευών.
- δ) «*Μηδενικά ελαττώματα*» («Zero Defects»). Η τελευταία συνιστώσα της διασφάλισης ποιότητας επικεντρώνεται στον τομέα του ανθρώπινου παράγοντα. Ξεκίνησε το 1961 από την εταιρία Martin, όπου την εποχή εκείνη γινόταν η κατασκευή των πυραύλων Pershing για τον αμερικανικό στρατό. Με τα κατάλληλα κίνητρα, την έμφαση στην ποιότητα και τη σωστή παρακολούθηση και διαχείριση ενός προγράμματος με κύριο στόχο την προσπάθεια ολοκλήρωσης κάθε εργασίας χωρίς σφάλματα εξαρχής, κατέστη δυνατή η κατασκευή προϊόντων με μηδέν ελαττώματα (zero defects). Η φιλοσοφία του προγράμματος και η άποψη ότι η τέλεια ποιότητα είναι και τεχνικά εφικτή και οικονομικά επιθυμητή περιγράφονται σε ένα δημοφιλές αλλά και αμφιλεγόμενο βιβλίο του Philip Crosby, που εργαζόταν στην εταιρία Martin την δεκαετία του 1960 (Crosby, 1979).

Δ. Στρατηγική διοίκηση της ποιότητας

Η στρατηγική διοίκηση της ποιότητας (Strategic Quality Management) αποτελεί την πιο σύγχρονη τάση, που υιοθετείται όλο και περισσότερο από τις βιομηχανίες που πρωτοπορούν στα θέματα ποιότητας. Αν και δεν υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο γεγονός που σηματοδοτεί την έναρξη αυτής της περιόδου, μπορεί να θεωρηθεί ότι από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 αρχίζει να γίνεται συνείδηση ότι η ποιότητα δεν αποτελεί απλά και μόνο ένα πρόβλημα που επιζητεί αντίδραση και λύση, αλλά είναι συχνά ένας τομέας τον οποίο μπορεί να εκμεταλλευτεί στρατηγικά μια επιχείρηση για να ενισχύσει τη θέση της στην αγορά. Συνοπτικά η στρατηγική διοίκηση της ποιότητας στηρίζεται στις παρακάτω θέσεις:

- α) Η ποιότητα είναι βασικός τομέας ανταγωνισμού. Επειδή είναι πολυδιάστατη, δίνει ανάλογες δυνατότητες για τον χειρισμό της σαν εργαλείο ενίσχυσης της ανταγωνιστικότητας μιας επιχείρησης, με την επιλεκτική έμφαση σε εκείνες τις διαστάσεις, οι οποίες εξυπηρετούν αποτελεσματικότερα τους στρατηγικούς στόχους.
- β) Η ποιότητα ενός προϊόντος ορίζεται από την αγορά, δηλαδή από τους καταναλωτές που θα χρησιμοποιήσουν το προϊόν. Ειδικότερα οι προδιαγραφές δεν είναι σκόπιμο να καθορίζονται αυθαίρετα από τους μηχανικούς που σχε-

διάζουν το προϊόν, αλλά αντίθετα η σχεδίαση του προϊόντος πρέπει να καθοδηγείται από τις επιθυμίες των καταναλωτών.

- γ) Η ποιότητα δεν είναι απόλυτη, αλλά σχετική, δηλαδή πρέπει να αποτιμάται σε σύγκριση με την ποιότητα αντίστοιχων προϊόντων των ανταγωνιστών.
- δ) Η ικανοποίηση των πελατών και άρα η ποιότητα του προϊόντος δεν περιορίζονται στον χρόνο της αγοράς, αλλά επεκτείνονται και προσδιορίζονται σε όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος.

Η παραπάνω προσέγγιση της ποιότητας υποδηλώνει ορισμένες νέες απαιτήσεις για τις επιχειρήσεις. Συγκεκριμένα ιδιαίτερη σημασία αποκτά η έρευνα αγοράς, με την οποία μπορεί να εκτιμηθούν οι ανάγκες και επιθυμίες των καταναλωτών και ο βαθμός ικανοποίησής τους από τα προσφερόμενα προϊόντα. Επιπλέον, μεγαλύτερη βαρύτητα από την τιμή πώλησης αποκτά το συνολικό κόστος στον καταναλωτή σε όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος, που περιλαμβάνει τα έξοδα συντήρησης και επισκευών, με ανάλογες συνέπειες για τον τομέα υποστήριξης των προϊόντων και εξυπηρέτησης των πελατών (service).

Η αποδοχή του στρατηγικού ρόλου της ποιότητας και η προσπάθεια ανάπτυξης συστημάτων και νοοτροπίας συνεχούς βελτίωσης της ποιότητας προϋποθέτουν μακροπρόθεσμη προοπτική, η οποία δυστυχώς υπάρχει σπάνια, ιδιαίτερα σε μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις. Όμως τα συνεχώς αυξανόμενα μηνύματα από τον επιχειρηματικό κόσμο ενισχύουν τη διαπίστωση ότι η συστηματική προσπάθεια βελτίωσης της ποιότητας στα πλαίσια της στρατηγικής διοίκησης οδηγούν προς την αύξηση του μεριδίου αγοράς και ταυτόχρονη μείωση του συνολικού κόστους ποιότητας, όπως αυτό ορίζεται στην αμέσως επόμενη παράγραφο.

1.2 Κόστος ποιότητας

Η ιδιαίτερη έμφαση που έχει δοθεί στην ποιότητα τα τελευταία χρόνια οφείλεται κατά κύριο λόγο στη συνειδητοποίηση της μεγάλης επίδρασης της ποιότητας στο κόστος, άρα και στο κέρδος, κάθε επιχείρησης. Υπολογίζεται ότι το κόστος ποιότητας κυμαίνεται μεταξύ 4% και 40% των πωλήσεων (Montgomery, 1996). Η ανάλυση και μέτρηση του κόστους που σχετίζεται με την ποιότητα είναι επομένως ουσιώδη συστατικά κάθε ολοκληρωμένου προγράμματος ελέγχου ποιότητας.

Η άποψη που επικρατούσε επί πολλές δεκαετίες ήταν ότι καλύτερη ποιότητα επιτυγχάνεται μόνο με μεγαλύτερο κόστος. Η ίδια άποψη υποστηρίζεται ακόμα και σήμερα από ορισμένους, οι οποίοι έχουν παρεξηγήσει την έννοια του συνολικού κόστους ποιότητας. Η παρεξήγηση οφείλεται στη στενή αντίληψη ότι το κόστος ποιότητας αποτελείται μόνο από το κόστος εκείνων των ενεργειών,

όπως πρόληψη σφαλμάτων και αξιολόγηση, που στοχεύουν στη βελτίωση της ποιότητας. Το συνολικό κόστος ποιότητας όμως συντίθεται τόσο από το «κόστος καλής ποιότητας» (πρόληψη - αξιολόγηση), όσο και από το «κόστος κακής ποιότητας», δηλαδή το κόστος που οφείλεται στη δημιουργία και εμφάνιση ελαττωμάτων είτε στο εσωτερικό της επιχείρησης (κόστος εσωτερικών αστοχιών), είτε όταν το προϊόν φθάσει στον καταναλωτή (κόστος εξωτερικών αστοχιών). Τα παραπάνω στοιχεία κόστους αναλύονται περισσότερο παρακάτω, ενώ στο τέλος της παραγράφου περιγράφεται ένας απλός μαθηματικός τρόπος ελαχιστοποίησης του συνολικού κόστους ποιότητας.

Κόστος πρόληψης

Το κόστος πρόληψης δημιουργίας ελαττωματικών προϊόντων αναλύεται στα εξής επιμέρους στοιχεία:

- Σχεδιασμός και προγραμματισμός συστήματος ποιότητας
- Συλλογή και ανάλυση στοιχείων
- Μελέτη τεχνικών προδιαγραφών
- Σχεδιασμός προϊόντων και παραγωγικών διαδικασιών
- Πρόληπτικός έλεγχος ποιότητας παραγωγικών διαδικασιών
- Εκπαίδευση προσωπικού
- Σύνταξη και ενημέρωση εγχειριδίου ποιότητας και άλλων απαραίτητων κειμένων.

Κόστος αξιολόγησης

Το κόστος αξιολόγησης προέρχεται από όσες δραστηριότητες σχετίζονται με μετρήσεις, αξιολογήσεις και πιστοποιήσεις πρώτων υλών και ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων, ώστε να εξασφαλίσουν συμμόρφωση προς τις προδιαγραφές. Τα κυριότερα στοιχεία που συνθέτουν το κόστος αξιολόγησης είναι τα παρακάτω:

- Προγραμματισμός και προετοιμασία ελέγχων αποδοχής εισερχομένων υλικών και τελικών προϊόντων
- Προσωπικό και συσκευές ελέγχου
- Αναλώσιμα υλικά ελέγχου
- Συντήρηση συσκευών και υλικών ελέγχου
- Ελεγχόμενα προϊόντα, σε περίπτωση καταστροφικού ελέγχου.

Κόστος εσωτερικών αστοχιών

Το κόστος των ελαττωμάτων που εντοπίζονται στο εσωτερικό της επιχείρησης, πριν από την αποστολή των προϊόντων στους πελάτες, αποτελείται από τα

ακόλουθα:

- Αχρηστευση και απώλεια υλικών
- Απόρριψη ελαττωματικών προϊόντων
- Επανακατεργασία και επανέλεγχος
- Ακινησία μηχανών και μειωμένη παραγωγικότητα
- Χρόνος μηχανικού και εργατοτεχνιτών
- Μείωση κέρδους λόγω εκπτώσεων.

Κόστος εξωτερικών αστοχιών

Το κόστος των σφαλμάτων που εντοπίζονται από τους πελάτες, αφού το προϊόν φθάσει στην αγορά, αναλύεται στα εξής:

- Εγγυήσεις, επιστροφές, επισκευές
- Ανάκληση προϊόντος ή παρτίδας παραγωγής
- Δικαστικά έξοδα
- Απώλεια φήμης και καλής πίστης.

Το κόστος εξωτερικών αστοχιών είναι δύσκολο να υπολογιστεί με ακρίβεια, καθώς είναι προβληματική η εκτίμηση του έμμεσου κόστους που οφείλεται στη σπύλωση του ονόματος του προϊόντος αλλά και της εταιρίας. Αποτελεί όμως σημαντικό μέρος του κόστους ποιότητας και η ενδεχόμενη παραγνώρισή του διαστρεβλώνει τη συνολική εικόνα και είναι η κύρια αιτία δημιουργίας της εσφαλμένης εντύπωσης ότι καλύτερη ποιότητα σημαίνει απαραίτητα υψηλότερο κόστος.

Ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους ποιότητας

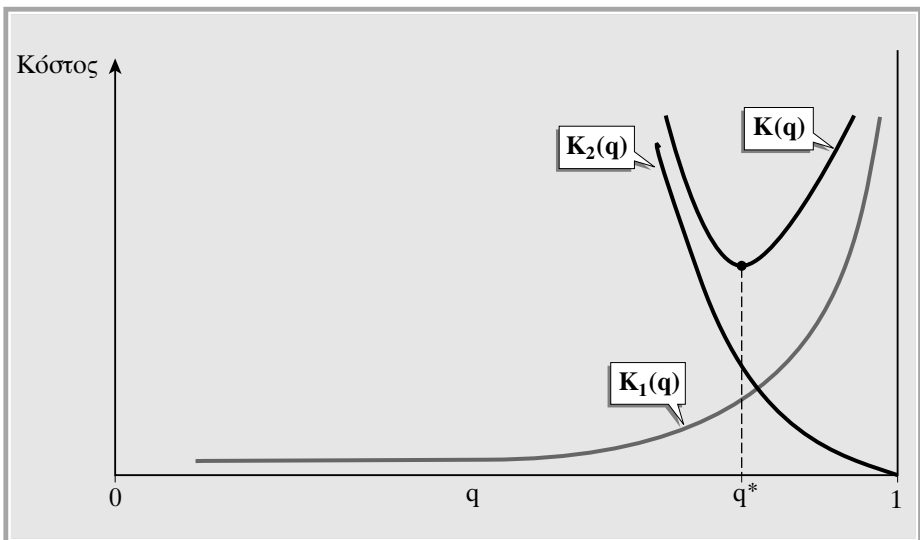
Οι βέλτιστες ενέργειες ελέγχου ποιότητας είναι εκείνες που ελαχιστοποιούν το συνολικό κόστος ποιότητας. Επομένως αν είναι δυνατή η έκφραση των στοιχείων κόστους με τη μορφή συναρτήσεων της στάθμης ποιότητας, τότε είναι δυνατός και ο προσδιορισμός της βέλτιστης στάθμης ποιότητας για κάθε προϊόν. Το απλό μαθηματικό πρότυπο που ακολουθεί επιδιώκει να περιγράψει τις σχέσεις ανάμεσα στη στάθμη ποιότητας και τα στοιχεία κόστους, με σκοπό να προσδιορίσει θεωρητικά τη βέλτιστη στάθμη ποιότητας. Επειδή όμως ο ακριβής προσδιορισμός των συναρτήσεων κόστους ποιότητας είναι πρακτικά ανέφικτος, ο ρόλος του προτύπου είναι να εξηγήσει καλύτερα τις έννοιες αυτές με ποιοτικό τρόπο και όχι να υποδείξει τη βέλτιστη λύση.

Έστω ότι η ποιότητα ενός προϊόντος εκφράζεται από την πιθανότητα q μια τυχαία μονάδα του προϊόντος να είναι αποδεκτής ποιότητας. Γενικότερα, ο πραγματικός αριθμός q ($0 < q < 1$) εκφράζει τη στάθμη ποιότητας των παραγόμενων

προϊόντων. Η συνάρτηση κόστους καλής ποιότητας (πρόληψης και αξιολόγησης) συμβολίζεται $K_1(q)$, ενώ η συνάρτηση κόστους κακής ποιότητας (εσωτερικών και εξωτερικών αστοχιών) είναι η $K_2(q)$. Η συνάρτηση συνολικού κόστους είναι

$$K(q) = K_1(q) + K_2(q).$$

Είναι λογικό να θεωρηθεί ότι η $K_1(q)$ είναι αύξουσα και κυρτή, ενώ η $K_2(q)$ είναι φθίνουσα και κυρτή στο διάστημα $[0, 1]$. Όπως φαίνεται στο σχήμα 1.1, η συνάρτηση συνολικού κόστους είναι επίσης κυρτή και ελαχιστοποιείται στην τιμή $q = q^*$, η οποία είναι η βέλτιστη στάθμη ποιότητας.



Σχήμα 1.1: Προσδιορισμός βέλτιστης στάθμης ποιότητας

Το σχήμα 1.1 απεικονίζει τη μορφή των συναρτήσεων κόστους και τη συνεπαγόμενη βέλτιστη στάθμη ποιότητας σε δεδομένη χρονική στιγμή. Όμως, με την πάροδο του χρόνου τα δεδομένα αλλάζουν και κατά συνέπεια η μορφή του σχήματος και η βέλτιστη στάθμη ποιότητας εξελίσσονται δυναμικά. Συγκεκριμένα, εφόσον ληφθούν υπόψη αφενός ο αυξανόμενος ανταγωνισμός, που ουσιαστικά αυξάνει το κόστος εξωτερικών αστοχιών και μετατοπίζει τη συνάρτηση $K_2(q)$ επάνω και δεξιά, και αφετέρου η εξέλιξη των τεχνικών πρόληψης - αξιολόγησης, που μειώνοντας το σχετικό κόστος μετατοπίζει τη συνάρτηση $K_1(q)$ κάτω και δεξιά, η ανάλυση οδηγεί σε υψηλότερη βέλτιστη τιμή q^* και επομένως συμβαδίζει με τις σύγχρονες τάσεις και επιταγές για συνεχή βελτίωση της ποιότητας.

1.3 Μέθοδοι βελτίωσης της ποιότητας

Το φάσμα των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της ποιότητας είναι ευρύτατο. Περιλαμβάνει γενικές οργανωτικές μεθόδους, απλά γραφικά εργαλεία και ειδικές ποσοτικές τεχνικές. Όλες αυτές οι μέθοδοι μπορούν να συνδυαστούν στην προσπάθεια αντιμετώπισης του σύνθετου προβλήματος βελτίωσης της ποιότητας.

Οι οργανωτικές μέθοδοι δίνουν έμφαση στην κινητοποίηση και συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα με την παροχή κατάλληλης οργανωτικής δομής και κινήτρων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν, μεταξύ άλλων, τα προγράμματα μηδενικών ελαττωμάτων (zero defects) και οι κύκλοι ποιότητας (quality circles). Βασικός στόχος του προγράμματος μηδενικών ελαττωμάτων είναι να πείσει με διάφορους τρόπους τους εργαζόμενους ότι η ποιότητα αποτελεί προτεραιότητα και ότι η παραγωγή τέλειων προϊόντων είναι εφικτή εφόσον υπάρχει συστηματική προσπάθεια εξάλειψης όλων των πιθανών αιτίων εμφάνισης ελαττωμάτων. Οι κύκλοι ποιότητας είναι μικρές ομάδες εργαζομένων, που συναντώνται σε τακτά χρονικά διαστήματα για να επιλύσουν προβλήματα που ανακύπτουν και να προτείνουν αποτελεσματικότερους τρόπους εκτέλεσης των καθηκόντων τους με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας και αύξηση της παραγωγικότητας μέσα σε καλύτερες και ασφαλέστερες συνθήκες εργασίας. Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη φιλοσοφία, τη λειτουργία και τις εμπειρίες από την εφαρμογή των προγραμμάτων αυτών και άλλων οργανωτικών μεθόδων δίνονται στη βιβλιογραφία (π.χ. Sinha and Willborn, 1985 και Oakland, 1993).

Η συμμετοχή και βοήθεια των εργαζομένων είναι πράγματι απαραίτητα στοιχεία για την επιτυχία ενός προγράμματος βελτίωσης της ποιότητας, αλλά είναι αδύνατο να φέρουν ουσιαστικά αποτελέσματα αν δεν συνεπικουρούνται από εκείνες τις γραφικές και ποσοτικές μεθόδους που θα καταστήσουν δυνατή την επιστημονική ανάλυση και εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων. Στην παράγραφο 1.3.1 παρουσιάζονται ορισμένα απλά γραφικά εργαλεία, που έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά στην πράξη. Στην παράγραφο 1.3.2 περιγράφονται συνοπτικά και συνολικά οι μέθοδοι του στατιστικού ελέγχου ποιότητας, που θα εξετασθούν λεπτομερώς σε επόμενα κεφάλαια.

1.3.1. Απλές γραφικές μέθοδοι

Η μεγάλη ποσότητα διαθέσιμων δεδομένων συχνά δυσχεραίνει την εκμετάλλευσή τους και την ευρεία χρήση τους. Ο ρόλος των γραφικών μεθόδων είναι να μετασχηματίζουν μεγάλο όγκο αριθμητικών συνήθως στοιχείων σε απλές γραφικές παραστάσεις, που είναι χρήσιμες και κατανοητές σε όλα τα κλιμάκια της επιχείρησης. Στην περιοχή της διασφάλισης ποιότητας, η εμπειρία έχει αναδείξει επτά

συγκεκριμένες απλές γραφικές μεθόδους σε τόσο χρήσιμα εργαλεία, ώστε να χρησιμοποιούνται από τις περισσότερες επιχειρήσεις που διακρίνονται στον τομέα της ποιότητας. Οι μέθοδοι αυτές είναι οι ακόλουθες.

Διάγραμμα διαδικασίας

Τα διαγράμματα διαδικασίας (flowcharts) απεικονίζουν γραφικά τη διαδοχή των δραστηριοτήτων που απαρτίζουν μια διαδικασία παραγωγής, χρησιμοποιώντας ειδικά σύμβολα για τις ενέργειες, τους ελέγχους, τις μεταφορές, τις αποθηκεύσεις και τις καθυστερήσεις (Ψωινός, 1990). Σκοπός των διαγραμμάτων διαδικασίας είναι να διευκολύνουν την κατανόηση της λειτουργίας του συστήματος παραγωγής, διευκρινίζοντας τις υπάρχουσες ασάφειες και δημιουργώντας μια κοινή γλώσσα επικοινωνίας. Προϋποθέσεις για τη σωστή κατασκευή ενός διαγράμματος διαδικασίας είναι η πλήρης συμμετοχή των κατάλληλων προσώπων, η δυνατότητα συνεχούς επιθεώρησης του συνολικού διαγράμματος και η επάρκεια χρόνου, ώστε να επιτρέπεται διεξοδική συζήτηση και πληθώρα ερωτήσεων.

Κάθε παραγωγική διαδικασία μπορεί να παρασταθεί γραφικά από πολλά διαγράμματα, τα οποία διαφέρουν στο βαθμό ανάλυσης και την έμφαση που δίνεται σε κάθε τομέα. Κατά την κατασκευή συνεπώς διαγράμματος διαδικασίας για σκοπούς ελέγχου ποιότητας, οι προσπάθειες θα πρέπει να κατευθύνονται προς τη δημιουργία ενός διαγράμματος που θα εξυπηρετεί αυτούς ακριβώς τους σκοπούς, χωρίς να υπεισέρχεται σε ανώφελες λεπτομέρειες άλλης φύσης.

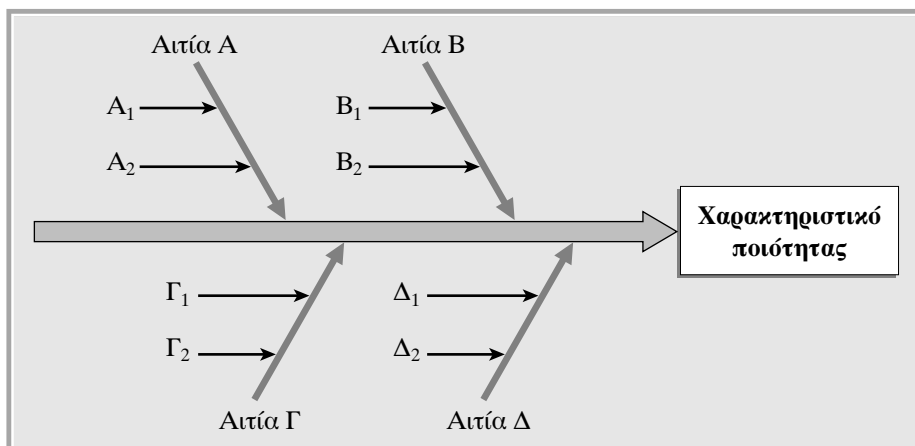
Διάγραμμα αιτίας - αποτελέσματος

Το διάγραμμα αιτίας - αποτελέσματος (cause-and-effect diagram) οφείλεται στον Ishikawa (1982) και απεικονίζει σχηματικά τη σύνδεση χαρακτηριστικών ποιότητας (αποτελέσματα) με τους παράγοντες που τα επηρεάζουν (αιτίες). Σκοπός του είναι ο εντοπισμός των συνιστωσών των χαρακτηριστικών ποιότητας και των διαφόρων σχέσεων και αλληλεξαρτήσεων.

Τα στάδια κατασκευής του διαγράμματος είναι γενικά δύο:

- α) Ορισμός και αποσαφήνιση του χαρακτηριστικού ποιότητας προς ανάλυση.
- β) *Ιεραρχική* καταγραφή των πιθανών αιτίων εμφάνισης προβλημάτων αναφορικά με το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό ποιότητας.

Τυπική μορφή του διαγράμματος αιτίας-αποτελέσματος είναι αυτή του σχήματος 1.2, όπου οι A, B, Γ, Δ είναι κύριες αιτίες και οι A_i , B_i , Γ_i , Δ_i ($i = 1, 2$) είναι δευτερεύουσες, αλλά υπάρχουν και πολλές δυνατές παραλλαγές.



Σχήμα 1.2: Διάγραμμα αιτίας - αποτελέσματος

Φύλλο καταχώρισης

Το φύλλο καταχώρισης (checksheet) είναι ένα απλό εργαλείο συλλογής και καταγραφής στοιχείων. Εκτός από τα δεδομένα που συλλέγονται, αναγράφει ακόμα τον τύπο του εξαρτήματος ή της κατεργασίας που αφορούν, την ημερομηνία, τον ελεγκτή και ότι άλλο κρίνεται αναγκαίο για τους σκοπούς που εξυπηρετεί. Υπάρχουν πολλοί τύποι φύλλων καταχώρισης και ένας από τους απλούστερους παρουσιάζεται στο σχήμα 1.3.

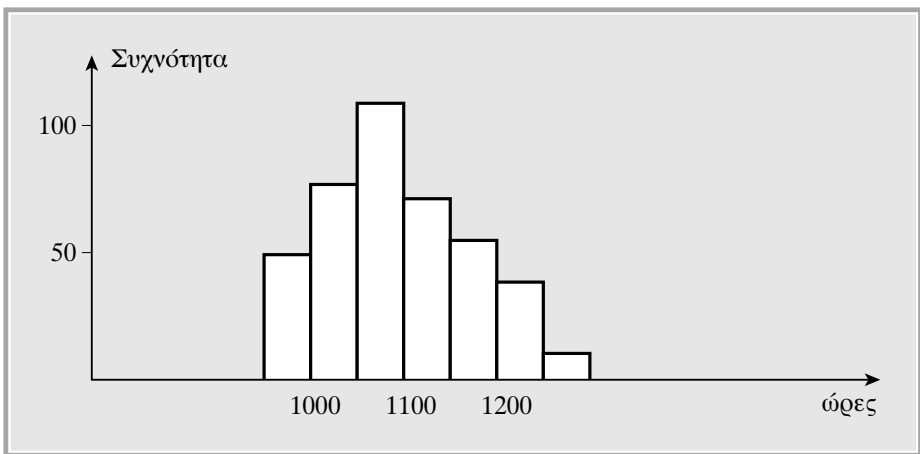
ΕΞΑΡΤΗΜΑ:	Ορθογώνιο χαλύβδινο έλασμα (Κ.Α.)
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΤΙΔΑΣ:	01/01
ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΑΡΤΙΔΑΣ:	3000
ΜΕΓΕΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ:	100
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ:	18/1/01
ΕΛΕΓΚΤΗΣ:	Αυστηρόπουλος
Τύπος ελαττώματος	Αριθμός ελαττωματικών
Μήκος εκτός ορίων	///..... 3
Πλάτος εκτός ορίων 0
Πάχος εκτός ορίων	////..... 4
Αντοχή κάτω του ορίου	//////. /..... 6

Σχήμα 1.3: Φύλλο καταχώρισης ελαττωματικών

Η χρησιμότητα των φύλλων καταχώρισης έγκειται στη συνοπτική παρουσίαση στοιχείων με τρόπο που διευκολύνει την εξαγωγή συμπερασμάτων. Επειδή το φύλλο καταχώρισης περιέχει περιληπτικά στοιχεία, χρησιμοποιείται συνήθως παράλληλα με την καταχώριση στοιχείων σε βάση δεδομένων ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Ιστόγραμμα

Το ιστόγραμμα (histogram) απεικονίζει γραφικά τη συχνότητα συγκεκριμένου μεγέθους, με σκοπό την αναγνώριση της κατανομής και διασποράς των τιμών του μεγέθους αυτού. Το σχήμα 1.4 παρουσιάζει το ιστόγραμμα των χρόνων ζωής δείγματος λαμπτήρων ορισμένου τύπου.



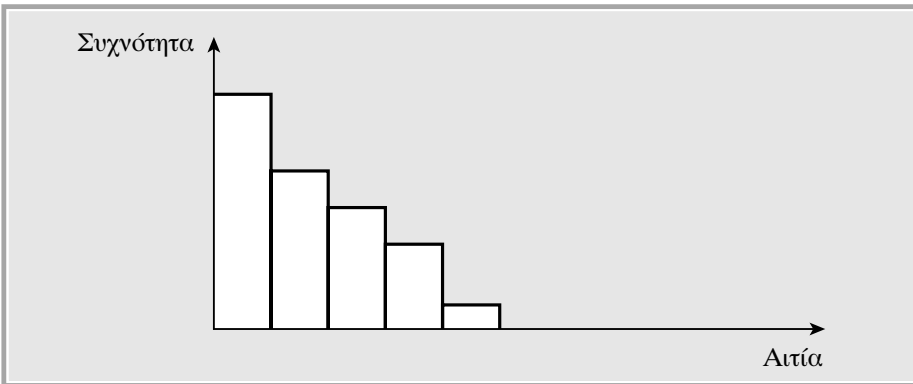
Σχήμα 1.4: Ιστόγραμμα χρόνων ζωής λαμπτήρων

Αν και οι βασικές αρχές των ιστογραμμάτων είναι απλές και περιέχονται σε όλα τα συγγράμματα Στατιστικής (Ψωϊνός, 1999), είναι σκόπιμο να αναφερθούν και εδώ τρεις κανόνες κατασκευής αποτελεσματικών ιστογραμμάτων:

- α) Τα όρια των κλάσεων πρέπει είτε να είναι ακέραιοι αριθμοί ή απλοί δεκαδικοί, είτε να επιλέγονται με κριτήριο τη δυνατότητα εξαγωγής άμεσων συμπερασμάτων (π.χ. να είναι όρια προδιαγραφών, ώστε να προσδιορίζεται εύκολα η συχνότητα εμφάνισης ελαττωματικών).
- β) Το πλάτος των κλάσεων είναι προτιμότερο να είναι σταθερό, ώστε να διευκολύνεται η σύγκριση των συχνοτήτων σε κάθε κλάση.
- γ) Ο αριθμός των κλάσεων πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος ώστε να φαίνεται η κατανομή των τιμών, αλλά όχι υπερβολικά μεγάλος σε βαθμό που να εμφανίζονται πολλές κλάσεις με μικρές συχνότητες ή και κενά στο ιστόγραμμα.

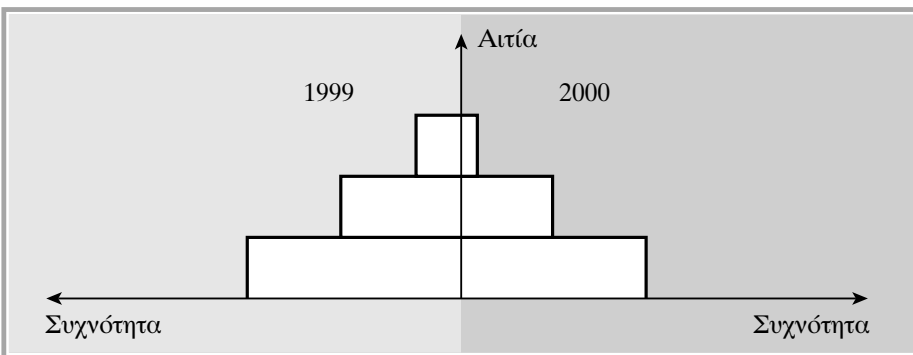
Διάγραμμα Pareto

Το διάγραμμα Pareto (Pareto diagram) είναι μια απλή γραφική μέθοδος κατάταξης των αιτιών προβλημάτων ποιότητας, ανάλογα με τη συχνότητα εμφάνισής τους. Σκοπός των διαγραμμάτων Pareto είναι να υποβοηθήσουν τον εντοπισμό των κύριων, από άποψη συχνότητας, πηγών προβλημάτων. Το σχήμα 1.5 δείχνει την τυπική μορφή ενός απλού διαγράμματος Pareto.



Σχήμα 1.5: Διάγραμμα Pareto

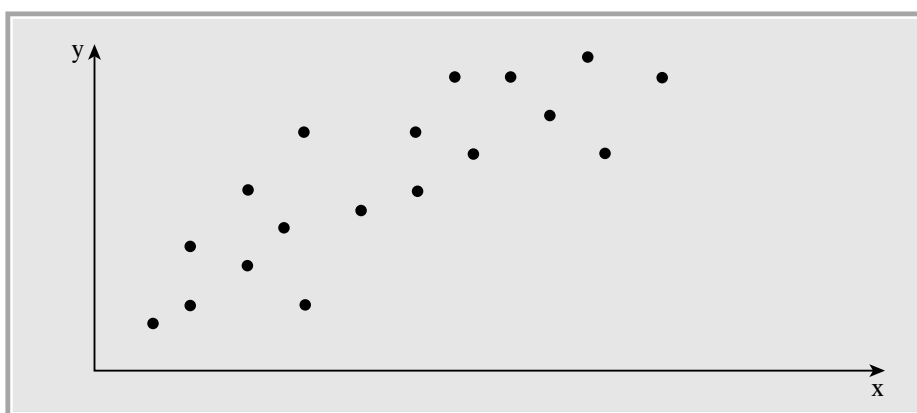
Συχνά είναι χρήσιμο να παρασταθούν γραφικά και να συγκριθούν οι συχνότητες διαφόρων τύπων σφαλμάτων πριν και μετά τη λήψη συγκεκριμένων μέτρων. Το σχήμα 1.6 δείχνει μια παραλλαγή του απλού διαγράμματος, που λέγεται πυραμίδα Pareto και επιτρέπει άμεσες συγκρίσεις ανάμεσα σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.



Σχήμα 1.6: Πυραμίδα Pareto

Διάγραμμα διασποράς

Το διάγραμμα διασποράς (scatterplot) ή διάγραμμα $x-y$ είναι η σχηματική απεικόνιση της σχέσης δυο μεταβλητών. Σκοπός της χρήσης των διαγραμμάτων διασποράς στον έλεγχο ποιότητας είναι η διερεύνηση σχέσεων μεταξύ συνιστωσών ποιότητας και των αντίστοιχων τελικών χαρακτηριστικών, αλλά και γενικότερα η ανάλυση και παρουσίαση δεδομένων και ο έλεγχος της απόκλισης από τη θεωρητική σχέση δυο μεταβλητών. Τα δεδομένα συλλέγονται σε ζεύγη (x_i, y_i) και απεικονίζονται σε ένα απλό διάγραμμα, όπως αυτό του σχήματος 1.7.



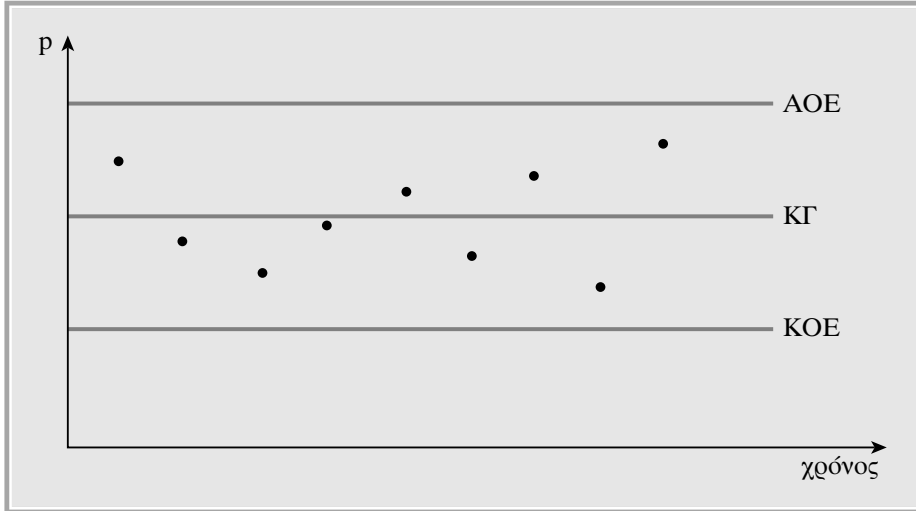
Σχήμα 1.7: Διάγραμμα διασποράς

Διάγραμμα ελέγχου

Το διάγραμμα ελέγχου (control chart) είναι ένα ειδικό διάγραμμα διασποράς, που απεικονίζει την πορεία των χαρακτηριστικών ποιότητας σε συνάρτηση με το χρόνο παραγωγής. Συγκεκριμένα, δείγματα λαμβάνονται από την παραγωγική διαδικασία σε τακτά χρονικά διαστήματα και οι τιμές ορισμένης εκτιμήτριας (π.χ. του ποσοστού ελαττωματικών ή της μέσης τιμής ενός μεγέθους) σημειώνονται διαδοχικά στο διάγραμμα. Η χρήση των διαγραμμάτων ελέγχου αποσκοπεί στον εντοπισμό μεταβολών στην παραγωγική διαδικασία και την απόληψη των αιτιών που τις προκαλούν.

Η συνηθέστερη μορφή του διαγράμματος ελέγχου δίνεται στο σχήμα 1.8, όπου διακρίνονται η κεντρική γραμμή (ΚΓ), που αντιστοιχεί στην ομαλή λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας, το άνω όριο ελέγχου (ΑΟΕ) και το κάτω όριο ελέγχου (ΚΟΕ). Σημείο εκτός των ορίων ελέγχου αποτελεί ένδειξη ότι έχει επέλθει μεταβολή στην παραγωγική διαδικασία, οπότε είναι σκόπιμη η διερεύνηση της πιθανής αιτίας αυτής της μεταβολής. Το διάγραμμα του σχήματος είναι διάγραμ-

μα ποσοστού ελαττωματικών (διάγραμμα p), αλλά δεν διαφέρει ουσιαστικά από οποιοδήποτε άλλο απλό διάγραμμα ελέγχου, όπως π.χ. το διάγραμμα μέσης τιμής, παρά μόνο κατά την εκτιμήτρια η οποία σημειώνεται στο διάγραμμα.



Σχήμα 1.8: Διάγραμμα ελέγχου ποσοστού ελαττωματικών

Παράμετροι σχεδίασης και λειτουργίας ενός διαγράμματος ελέγχου είναι η θέση των ορίων ελέγχου, το μέγεθος των δειγμάτων και η συχνότητα της δειγματοληψίας. Επειδή το διάγραμμα ελέγχου είναι το κυριότερο εργαλείο του στατιστικού ελέγχου παραγωγικών διαδικασιών με ευρύτατη πρακτική εφαρμογή, οι στατιστικές του ιδιότητες και οι τρόποι επιλογής των παραμέτρων του εξετάζονται λεπτομερέστερα στο τρίτο μέρος του συγγράμματος.

1.3.2. Στατιστικές μέθοδοι

Η αναγκαιότητα των στατιστικών μεθόδων ελέγχου της ποιότητας κατασκευής πηγάζει από τη μεταβλητότητα και αναξιοπιστία των παραγωγικών διαδικασιών. Όσες προσπάθειες και αν καταβληθούν για την παραγωγή πανομοιότυπων προϊόντων, αποκλίσεις από τις επιθυμητές τιμές είναι αναπόφευκτες σε ένα μικρό έστω ποσοστό της συνολικής παραγωγής. Οι αποκλίσεις οφείλονται είτε σε τυχαίες είτε σε συστηματικές αιτίες. Τυχαίες αιτίες (random causes) είναι εκείνες οι οποίες είναι πρακτικά αδύνατο να ελεγχθούν και να διατηρηθούν σε απόλυτα σταθερά επίπεδα κατά την παραγωγή, όπως π.χ. τυχαίες ξαφνικές αλλαγές του εξωτερικού περιβάλλοντος. Συστηματικές αιτίες (assignable causes) είναι εκείνες

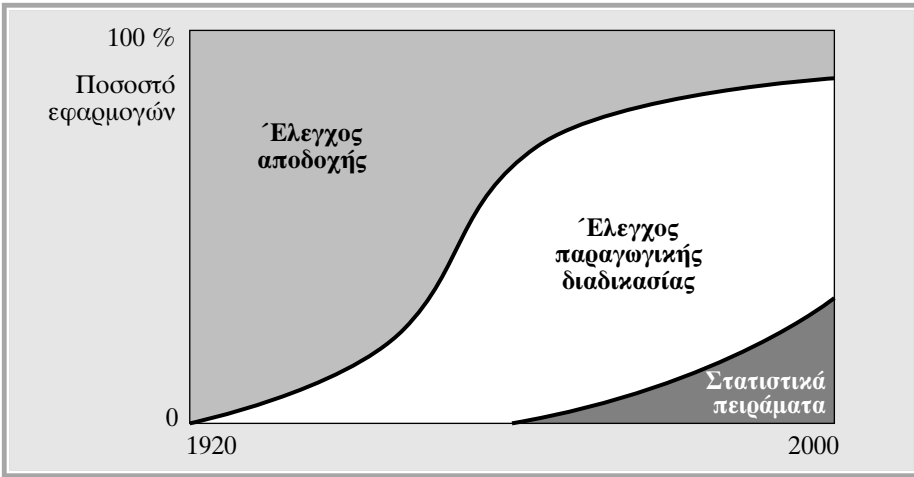
οι οποίες είναι εφικτό να ελέγχονται, ώστε σε περίπτωση που δημιουργούν κάποιο πρόβλημα ποιότητας να είναι δυνατή η ρύθμιση ή διόρθωση τους, εφόσον βέβαια εντοπισθούν από κάποια μέθοδο ελέγχου. Παραδείγματα συστηματικών αιτιών είναι η φθορά του κοπτικού εργαλείου σε μια κατεργασία κοπής μετάλλων και η μεταβολή της περιεκτικότητας σε ορισμένο συστατικό ενός διαλύματος, που χρησιμοποιείται σαν πρώτη ύλη σε μια χημική διεργασία.

Ανεξάρτητα από το αν οι αποκλίσεις οφείλονται μόνο σε τυχαίες αιτίες ή σε συνδυασμό τυχαίων και συστηματικών, τα χαρακτηριστικά ποιότητας των παραγομένων προϊόντων έχουν μεταβαλλόμενες τιμές, είναι δηλαδή τυχαίες μεταβλητές, σύμφωνα με την στατιστική ορολογία. Επομένως ο έλεγχος συμμόρφωσης των χαρακτηριστικών ποιότητας προς ορισμένες προδιαγραφές είναι από τη φύση του στατιστικό πρόβλημα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο στον πυρήνα οποιασδήποτε σοβαρής επιστημονικής προσπάθειας για βελτίωση της ποιότητας βρίσκονται στατιστικές μέθοδοι. Οι μέθοδοι αυτές περιλαμβάνουν τεχνικές της κλασικής στατιστικής, όπως π.χ. οι στατιστικές εκτιμήσεις, αλλά για τους σκοπούς του ελέγχου ποιότητας κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται ορισμένες στατιστικές τεχνικές ειδικά προσαρμοσμένες στις ανάγκες του ελέγχου ποιότητας, που αποκαλούνται συνολικά τεχνικές του «στατιστικού ελέγχου ποιότητας».

Όπως προαναφέρθηκε, ο στατιστικός έλεγχος ποιότητας άρχισε να αναπτύσσεται τη δεκαετία του 1920 στις Η.Π.Α. και η ανάπτυξη του συνεχίζεται μέχρι σήμερα με την έρευνα για εισαγωγή νέων αποτελεσματικότερων μεθόδων. Τρεις είναι οι μεγάλες περιοχές του στατιστικού ελέγχου ποιότητας: ο έλεγχος ποιότητας αποδοχής, ο έλεγχος παραγωγικής διαδικασίας και η βελτιστοποίηση ποιότητας με στατιστικά πειράματα.

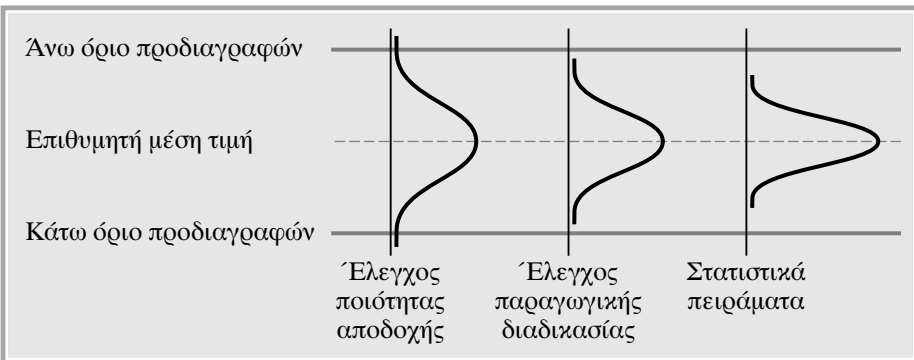
Το σχήμα 1.9 δείχνει την τυπική εξέλιξη στη χρήση των τεχνικών του στατιστικού ελέγχου ποιότητας σε βιομηχανικές μονάδες. Αρχικά ο έλεγχος ποιότητας περιορίζεται στην προσπάθεια διαχωρισμού ανάμεσα σε καλά και ελαττωματικά προϊόντα ή ανάμεσα σε αποδεκτές και απορριπτέες παρτίδες, με εφαρμογή των δειγματοληπτικών σχημάτων ελέγχου ποιότητας αποδοχής, ιδιαίτερα κατά την παραλαβή πρώτων υλών ή εξαρτημάτων από τους προμηθευτές. Στη συνέχεια οι προσπάθειες επικεντρώνονται στη λειτουργία των παραγωγικών διαδικασιών. Οι τεχνικές του ελέγχου παραγωγικής διαδικασίας (ιδιαίτερα τα διαγράμματα ελέγχου) επιστρατεύονται για την επίβλεψη της ομαλής λειτουργίας και τον εντοπισμό και εξάλειψη συστηματικών αιτιών αποκλίσεων από τις επιθυμητές τιμές. Η μεθοδευμένη εισαγωγή και χρήση τέτοιων τεχνικών οδηγεί συνήθως στις πρώτες σημαντικές βελτιώσεις ποιότητας και παραγωγικότητας, με ταυτόχρονη μείωση του συνολικού κόστους ποιότητας.

Το υψηλότερο επίπεδο ωριμότητας της επιχείρησης από άποψη ελέγχου ποιότητας σηματοδοτείται από το σχεδιασμό και διενέργεια στατιστικών πειραμάτων με στόχο τη μείωση της μεταβλητότητας στα κύρια χαρακτηριστικά ποιότητας



Σχήμα 1.9: Διάγραμμα φάσεων χρήσης στατιστικών μεθόδων

των προϊόντων. Ειδικότερα ο σχεδιασμός πειραμάτων (design of experiments) αποσκοπεί στον προσδιορισμό εκείνου του συνδυασμού παραμέτρων του προϊόντος (π.χ. σύσταση) και της παραγωγικής διαδικασίας (π.χ. θερμοκρασία), που επιτρέπει την ελάχιστη δυνατή διασπορά τιμών του χαρακτηριστικού ποιότητας γύρω από την επιθυμητή μέση τιμή. Το σχήμα 1.10 εξηγεί την επίδραση των τεχνικών του στατιστικού ελέγχου ποιότητας στη μεταβλητότητα και τα ποσοστά ελαττωματικών των παραγόμενων προϊόντων. Τα καλύτερα αποτελέσματα προκύπτουν συνήθως από την παράλληλη εφαρμογή των στατιστικών πειραμάτων και του ελέγχου παραγωγικής διαδικασίας.



Σχήμα 1.10: Μείωση μεταβλητότητας με εφαρμογή μεθόδων του στατιστικού ελέγχου ποιότητας

1.4 Συστήματα ποιότητας και ολική ποιότητα

Οι παράγοντες και οι λειτουργίες που διαπλέκονται κατά την προσπάθεια ελέγχου και διαχείρισης της ποιότητας είναι τόσο πολλοί, ώστε είναι απαραίτητο μια εταιρία και μια βιομηχανική μονάδα να διαθέτουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα διασφάλισης της ποιότητας, το οποίο να καθορίζει, τεκμηριώνει και συντονίζει όλες τις αναγκαίες σχετικές ενέργειες. Η απουσία συστηματικής αντιμετώπισης της ποιότητας οδηγεί αναπόφευκτα σε αποσπασματικές ενέργειες και αντιθέσεις ανάμεσα στα διάφορα τμήματα της εταιρίας, με συνέπεια την αναποτελεσματική χρήση των διαθέσιμων μεθόδων βελτίωσης της ποιότητας.

Στην παράγραφο αυτή επιχειρείται αρχικά μια σύντομη περιγραφή των κυριότερων στοιχείων ενός τυπικού συστήματος ποιότητας για μια παραγωγική μονάδα. Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικά η σειρά των διεθνών προτύπων ISO 9000, που παρέχουν γενικές οδηγίες για την ανάπτυξη και λειτουργία συστημάτων διασφάλισης της ποιότητας. Στο τελευταίο μέρος της παραγράφου συνδέονται τα συστήματα ποιότητας με το γενικό πλαίσιο αρχών της διοίκησης ολικής ποιότητας.

1.4.1. Στοιχεία συστημάτων ποιότητας

Οι ιδιαιτερότητες των διαφόρων μονάδων παραγωγής αλλά και των αγορών τις οποίες εξυπηρετούν, δεν επιτρέπουν την προδιαγραφή ενός μοναδικού, πανομοιότυπου συστήματος ποιότητας, κοινού για όλες τις περιπτώσεις και όλες τις εταιρίες. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ορισμένα γενικά στοιχεία, τα οποία σκόπιμο είναι να περιλαμβάνονται σε κάθε σύστημα ποιότητας με διάφορες μορφές. Τα στοιχεία αυτά περιγράφονται παρακάτω με τη σειρά που συνήθως ενσωματώνονται στο σύστημα κατά την ανάπτυξή του.

α) Συγκεκριμένη πολιτική ποιότητας - προγραμματισμός

Η επιτυχής ανάπτυξη και αποτελεσματικότητα οποιουδήποτε συστήματος διασφάλισης ποιότητας προϋποθέτει την ύπαρξη συγκεκριμένης στρατηγικής και στόχων, που προσδιορίζουν τις κατευθύνσεις και προτεραιότητες του συστήματος. Οι στρατηγικές επιλογές προέρχονται από τα ανώτατα διευθυντικά κλιμάκια και οι στόχοι πρέπει να είναι σαφείς αλλά και ρεαλιστικοί σε σχέση με το χρονικό προγραμματισμό ανάπτυξης του συστήματος, ώστε να έχουν ουσιαστικό νόημα για όλο το προσωπικό. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό η διεύθυνση της εταιρίας να αποδείξει στους εργαζόμενους ότι υποστηρίζει σοβαρά την όλη προσπάθεια, παρέχοντας και ανάλογα κίνητρα κατά περίπτωση.

β) Καταγραφή προϊόντων και παραγωγικών διαδικασιών

Τα συστήματα παραγωγής είναι συνήθως πολύπλοκα και το πλήθος των προϊόντων μεγάλο, με συνέπεια να είναι δύσκολη η ανάλυση στα συστατικά τους στοιχεία και ο εντοπισμός των κρίσιμων σημείων από άποψη ποιότητας. Τα διαγράμματα διαδικασίας αποτελούν σημαντικότερο εργαλείο συστηματικής καταγραφής και ανάλυσης των παραγωγικών διαδικασιών και η κατασκευή τους συνιστά βασικό έργο υποδομής του συστήματος. Παράλληλα με την καταγραφή των παραγωγικών διαδικασιών γίνεται και η καταγραφή των χαρακτηριστικών ποιότητας κάθε προϊόντος και των παραγόντων που τα επηρεάζουν, με τη βοήθεια των διαγραμμάτων αιτίας - αποτελέσματος.

γ) Σχεδιασμός προϊόντων και σύνταξη προδιαγραφών

Η ορθολογιστική επιλογή των τεχνικών προδιαγραφών για τα διάφορα χαρακτηριστικά ποιότητας είναι πρόβλημα εξαιρετικά ουσιώδες και σύνθετο. Έχουμε ήδη αναφερθεί στη σύγχρονη άποψη της στρατηγικής διοίκησης της ποιότητας, σύμφωνα με την οποία οι προδιαγραφές του προϊόντος ορίζονται έμμεσα από τους καταναλωτές. Εκτός όμως από τα επιθυμητά μεγέθη, όπως τα καταγράφει η έρευνα αγοράς, υπάρχουν περιορισμοί που οφείλονται στις τεχνικές δυνατότητες των παραγωγικών διαδικασιών, στις τεχνικές δυνατότητες των προμηθευτών πρώτων υλών, στην ακρίβεια των οργάνων μετρήσεων και των μεθόδων ελέγχου, αλλά και στη σχετική νομοθεσία και τα διεθνή πρότυπα. Επομένως οι τελικές προδιαγραφές ενός προϊόντος προκύπτουν από συμβιβασμό όλων των παραπάνω και βρίσκονται υπό συνεχή αναθεώρηση. Κεντρικό ρόλο στη σύνταξη των προδιαγραφών έχουν αποκτήσει τελευταία οι τεχνικές βελτίωσης της ποιότητας με στατιστικά πειράματα, που χρησιμοποιούνται με αυξανόμενο ρυθμό είτε κατά τη φάση σχεδιασμού νέων προϊόντων, είτε κατά την επανεξέταση των παραμέτρων σχεδίασης υπάρχοντων προϊόντων και των αντίστοιχων παραγωγικών διαδικασιών. Οι τεχνικές αυτές εξετάζονται αναλυτικά στο τέταρτο μέρος του συγγράμματος.

δ) Έλεγχος ποιότητας παραγωγικών διαδικασιών

Οι δυνατότητες και η ομαλή λειτουργία των διαδικασιών παραγωγής ελέγχονται με τα διαγράμματα ελέγχου και τις άλλες τεχνικές του ελέγχου παραγωγικής διαδικασίας, που αναπτύσσονται στο τρίτο μέρος του συγγράμματος. Επειδή κάθε διάγραμμα ελέγχου χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση ενός μόνο χαρακτηριστικού ποιότητας (εκτός εξαιρέσεων που θα αναφερθούν σε επόμενο κεφάλαιο) από τα πολλά που διαμορφώνουν οι διαδικασίες παραγωγής, χρειάζεται να γίνει μια αξιολόγηση των χαρακτηριστικών ποιότητας, ώστε το σύστημα να εκμεταλλευτεί κατά τον αποδοτικότερο τρόπο τις περιορισμένες δυνατότητες ελέγχου. Η αξιολόγηση κάθε χαρακτηριστικού βασίζεται σε εκτιμήσεις της συχνότητας

εμφάνισης προβλημάτων και της οικονομικής συνέπειας των προβλημάτων αυτών. Ενώ θεωρητικά απαιτείται πλήρης οικονομική ανάλυση για να υπολογιστεί το αναμενόμενο όφελος από τον έλεγχο κάθε χαρακτηριστικού, στην πράξη τα ακριβή στοιχεία είναι δυσεύρετα και η αξιολόγηση υποβοηθείται από τη χρήση διαγραμμάτων Pareto για τη συχνότητα προβλημάτων και τις οικονομικές συνέπειες. Τα χαρακτηριστικά ποιότητας κατατάσσονται σε κατηγορίες (Α, Β, Γ) ως προς τις δυο αυτές διαστάσεις, οι οποίες συνδυάζονται για να καθορίσουν τα κρίσιμότερα χαρακτηριστικά ποιότητας (Tagaras, Georgiadis and Psoinos, 1994).

ε) *Έλεγχος ποιότητας πρώτων υλών από προμηθευτές*

Ο έλεγχος ποιότητας των υλικών που παραλαμβάνονται από εξωτερικούς προμηθευτές σχεδιάζεται και διενεργείται σύμφωνα με τις αρχές του ελέγχου ποιότητας αποδοχής, που περιγράφονται αναλυτικά στο δεύτερο μέρος του συγγράμματος. Όταν υπάρχει πληθώρα χαρακτηριστικών ποιότητας εισερχομένων υλικών, είναι αναγκαία μια κατάταξη τους κατά σειρά σπουδαιότητας και επιλογή εκείνων που είναι σκόπιμο να ελέγχονται συστηματικά, όπως και στην περίπτωση του ελέγχου παραγωγικών διαδικασιών. Τα συστήματα ποιότητας προβλέπουν συχνά και συγκεκριμένο τρόπο επεξεργασίας των στοιχείων των ελέγχων αποδοχής για κάθε προμηθευτή, με σκοπό όχι μόνο την αξιολόγηση των προμηθευτών, αλλά κυρίως την έγκαιρη ενημέρωσή τους για τα προβλήματα ποιότητας που παρουσιάζονται. Άλλωστε ένα ολοκληρωμένο σύστημα ποιότητας περιλαμβάνει και τους προμηθευτές, τους οποίους δεν αντιμετωπίζει σαν ανταγωνιστές, αλλά σαν συνεργάτες με κοινό στόχο την επίλυση των προβλημάτων προς αμοιβαίο όφελος.

στ) *Παρακολούθηση προϊόντων εκτός εταιρίας*

Η αποστολή του συστήματος ποιότητας δεν λήγει με τη διανομή των προϊόντων στην αγορά. Επεκτείνεται στην παρακολούθηση των προϊόντων στην εκτός εταιρίας ζωή τους, στην αποτίμηση της εξέλιξης των κρίσιμων χαρακτηριστικών ποιότητας σε συνάρτηση με το χρόνο ζωής ή λειτουργίας και στην υποστήριξή τους σε περιπτώσεις αστοχιών. Για τους σκοπούς αυτούς το σύστημα ποιότητας διαθέτει μεγάλο φάσμα μεθόδων, στις οποίες συγκαταλέγονται η έρευνα αγοράς, η ανάλυση αξιοπιστίας αλλά και τα στατιστικά πειράματα για την εξακρίβωση της συμπεριφοράς των προϊόντων κάτω από διαφορετικές συνθήκες διατήρησης και λειτουργίας.

ζ) *Περιοδικός έλεγχος λειτουργιών του συστήματος*

Όλες οι ενέργειες που προβλέπονται στα πλαίσια των παραπάνω στοιχείων του συστήματος είναι δυνατό να ατονήσουν ή να εφαρμοσθούν εσφαλμένα για

πολλούς και διάφορους λόγους, όπως π.χ. η ανακριβής μεταφορά οδηγιών προς κάποιον εργατοτεχνίτη ή η μηχανική βλάβη σε ένα όργανο μέτρησης. Είναι συνεπώς απαραίτητο το σύστημα να προβλέπει έναν τρόπο περιοδικού επανελέγχου της σωστής εκτέλεσης των λειτουργιών του συστήματος και διόρθωσης των αποκλίσεων που παρατηρούνται.

η) Συνεχείς αναθεωρήσεις του συστήματος

Το σύστημα διασφάλισης της ποιότητας σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να θεωρηθεί στατικό ή οριστικό. Οι συνεχείς μεταβολές στις εξωτερικές συνθήκες της αγοράς, στις εσωτερικές συνθήκες του εργοστασίου, στην τεχνογνωσία και στη νομοθεσία επιβάλλουν συνεχή επαγρύπνηση για την αναθεώρηση στοιχείων του συστήματος σύμφωνα με τα νέα δεδομένα. Όλες όμως οι αλλαγές πρέπει να τεκμηριώνονται και να κοινοποιούνται έγκαιρα με ορισμένη διαδικασία σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη. Στον τομέα αυτό, όπως και στον τομέα του περιοδικού ελέγχου των λειτουργιών, σημαντικός είναι ο ρόλος του εγχειριδίου ποιότητας (quality manual), που τεκμηριώνει το σύστημα ποιότητας και ενημερώνεται άμεσα σε κάθε μεταβολή του.

θ) Επιλογή και εκπαίδευση προσωπικού

Το στοιχείο αυτό δεν ξετάζεται τελευταίο γιατί έχει τη μικρότερη σημασία ή γιατί αποτελεί χρονικά το τελευταίο στάδιο ανάπτυξης του συστήματος ποιότητας, αλλά αντίθετα για να δοθεί ιδιαίτερα μεγάλη έμφαση στην καθοριστική του σημασία για την επιτυχημένη λειτουργία του συστήματος. Όσο πλήρης και άψογη αν είναι η σχεδίαση του συστήματος, η καλή εφαρμογή του εξαρτάται τελικά από τον ανθρώπινο παράγοντα και ειδικά από την αποδοχή του συστήματος από τους εργατοτεχνίτες, στους οποίους στηρίζεται το σύστημα. Καταρχήν η συνεργασία των εργατοτεχνιτών είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στη φάση κατασκευής των διαγραμμάτων ροής και των διαγραμμάτων αιτίας - αποτελέσματος, εξαιτίας της εμπειρίας και της γνώσης που δημιουργείται από τη συνεχή ενασχόληση με ορισμένες παραγωγικές διαδικασίες και προϊόντα. Μετά τη σχεδίαση των στατιστικών μεθόδων ελέγχου παραγωγικών διαδικασιών και αποδοχής εισερχομένων υλικών από τους μηχανικούς ελέγχου ποιότητας, οφείλει να ακολουθήσει η εκπαίδευση όλου του προσωπικού στις συγκεκριμένες τεχνικές και η ενημέρωση για το συνολικό σύστημα. Η λειτουργία του συστήματος διασφάλισης της ποιότητας σε καθημερινή βάση σε κάθε θέση εργασίας αποτελεί σήμερα ευθύνη του αντίστοιχου εργαζόμενου, ενώ ο ρόλος του τμήματος ελέγχου ποιότητας είναι συντονιστικός. Θεωρείται πια εντελώς ξεπερασμένη η οργανωτική δομή που προβλέπει τμήμα ελέγχου ποιότητας στελεχωμένο με επιθεωρητές, των οποίων αποκλειστική απασχόληση είναι η διενέργεια όλων των μετρήσεων και ελέγχων

με εντελώς αμέτοχους τους εργατοτεχνίτες της παραγωγής.

Στην εργασία των Tagaras, Georgiadis and Psinos (1994) παρουσιάζεται η ανάπτυξη ενός συστήματος ποιότητας με τα παραπάνω στοιχεία και η εφαρμογή του σε μεγάλη ελληνική βιομηχανία ποτών.

1.4.2. Η σειρά προτύπων ISO 9000

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα ποιότητας εξασφαλίζει σε μεγάλο βαθμό την ικανοποιητική ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Σε μια προσπάθεια να καταγράψει και να υποδείξει τις βασικές λειτουργίες ενός συστήματος ποιότητας, ο διεθνής οργανισμός τυποποίησης ISO (International Organization for Standardization) δημιούργησε τη σειρά προτύπων ISO 9000, που αποτελείται από τα πρότυπα ISO 9000, 9001, 9002, 9003, 9004.

Σύμφωνα με τα ίδια τα πρότυπα, σκοπός της σειράς ISO 9000-9004 δεν είναι η τυποποίηση των συστημάτων ποιότητας που εφαρμόζουν οι διάφορες επιχειρήσεις. Ο σκοπός των προτύπων είναι διπλός: α) η διευκρίνιση των διαφορών και συσχετίσεων ανάμεσα στις κύριες έννοιες ποιότητας και β) η παροχή οδηγιών (από το ISO 9000) για την επιλογή και χρήση του κατάλληλου προτύπου για σκοπούς εσωτερικής διαχείρισης της ποιότητας (ISO 9004) και για σκοπούς εξωτερικής διασφάλισης ποιότητας (ISO 9001-9003).

Κατά το πρότυπο ISO 9000, πολιτική ποιότητας (quality policy) είναι οι γενικές προθέσεις και κατευθύνσεις της επιχείρησης αναφορικά με την ποιότητα, όπως εκφράζονται από τη διοίκηση. Διοίκηση ποιότητας (quality management) είναι το μέρος της συνολικής διοικητικής λειτουργίας που καθορίζει και εφαρμόζει την πολιτική ποιότητας, ενώ σύστημα ποιότητας (quality system) είναι η οργανωτική δομή, τα αντικείμενα ευθύνης, οι διαδικασίες και τα μέσα για την εφαρμογή της διαχείρισης ποιότητας.

Σύμφωνα και πάλι με το ίδιο πρότυπο, μια επιχείρηση οφείλει:

- α) να επιτύχει και να συντηρήσει την ποιότητα σε βαθμό που να ικανοποιεί συνεχώς τις ρητές ή εννοούμενες ανάγκες του πελάτη,
- β) να δημιουργεί εμπιστοσύνη στην ίδια της τη διοίκηση ότι η επιθυμητή ποιότητα επιτυγχάνεται και διατηρείται,
- γ) να δημιουργεί εμπιστοσύνη στον πελάτη ότι η επιθυμητή ποιότητα επιτυγχάνεται ή πρόκειται να επιτευχθεί.

Στην πράξη η σειρά προτύπων ISO 9000 χρησιμοποιείται κυρίως για το (γ) παραπάνω στόχο, μέσω της διαδικασίας πιστοποίησης από ανεξάρτητο οργανισμό (Registrar) του συστήματος ποιότητας είτε κατά ISO 9001 (διασφάλιση ποιότητας στο σχεδιασμό/ανάπτυξη, παραγωγή, εγκατάσταση και εξυπηρέτηση), είτε κατά ISO 9002 (διασφάλιση ποιότητας στην παραγωγή και εγκατάσταση) και

σχεδόν καθόλου κατά ISO 9003 (διασφάλιση ποιότητας στον τελικό έλεγχο). Ο αγοραστής και ο προμηθευτής καθορίζουν ποιο από τα παραπάνω πρότυπα είναι το περισσότερο κατάλληλο για τους σκοπούς του συμβολαίου τους. Η πιστοποίηση παρέχει εξασφάλιση στον αγοραστή σχετικά με το σύστημα ποιότητας του προμηθευτή. Επιπλέον προσφέρει στον προμηθευτή με το πιστοποιημένο σύστημα ποιότητας διεθνή αναγνώριση και άλλες δυνατότητες προβολής, όπως η καταχώριση σε κατάλογο πιστοποιημένων επιχειρήσεων και εργοστασίων. Πολύ σημαντικά όμως είναι και τα έμμεσα οφέλη που προκύπτουν συνήθως από την προετοιμασία του συστήματος για πιστοποίηση, δηλαδή η βελτίωση της ποιότητας και παραγωγικότητας και η μείωση του συνολικού κόστους ποιότητας.

Η διαδικασία πιστοποίησης αποτελείται τυπικά από τέσσερις φάσεις:

Φάση 1η: Προσδιορισμός κατάστασης του συστήματος και βαθμού προετοιμασίας.

Φάση 2η: Προετοιμασία του συστήματος για πιστοποίηση.

Φάση 3η: Έλεγχος τεκμηρίωσης του συστήματος - Αποτίμηση του συστήματος.

Φάση 4η: Απολογισμός αποτίμησης - Πιστοποίηση.

Η πιστοποίηση συντηρείται και ανανεώνεται με επανελέγχους σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Οι απαιτήσεις ενός συστήματος ποιότητας περιγράφονται σε πολύ γενικές γραμμές στα κείμενα των προτύπων ISO 9001-9003. Είναι χαρακτηριστικό ότι το πρότυπο 9001 καλύπτει όλους τους τομείς από την ανάπτυξη μέχρι και την υποστήριξη των προϊόντων σε χώρο μικρότερο από 15 σελίδες. Οι απαιτήσεις του συστήματος υποδιαιρούνται σε 20 τομείς: ευθύνη διοίκησης, σύστημα ποιότητας, ανασκόπηση συμβάσεων, έλεγχος σχεδιασμού, έλεγχος εγγράφων και δεδομένων, αγορές, έλεγχος προϊόντων που προμηθεύει ο πελάτης, αναγνώριση ταυτότητας και ιχνηλασιμότητα προϊόντος, έλεγχος διεργασιών, έλεγχος και δοκιμές, έλεγχος του εξοπλισμού ελέγχων, μετρήσεων και δοκιμών, κατάσταση ελέγχων και δοκιμών, έλεγχος μη συμμορφούμενου προϊόντος, διορθωτικές και προληπτικές ενέργειες, χειρισμός-αποθήκευση-συσκευασία-διατήρηση και παράδοση, έλεγχος των καταχωρίσεων σε αρχεία ποιότητας, εσωτερικές επιθεωρήσεις της ποιότητας, εκπαίδευση, εξυπηρέτηση, τεχνικές στατιστικής.

Ενδεικτικό της γενικότητας και συνοπτικότητας του προτύπου είναι το εδάφιο για τις στατιστικές τεχνικές:

«Ο προμηθευτής πρέπει να εντοπίσει τις ανάγκες σε τεχνικές στατιστικής που απαιτούνται για την καθιέρωση, τον έλεγχο και την επαλήθευση της ικανότητας της διεργασίας και των χαρακτηριστικών του προϊόντος. Ο προμηθευτής πρέπει να καθιερώνει και να τηρεί τεκμηριωμένες διαδικασίες για να υλοποιεί και να ελέγχει την εφαρμογή των τεχνικών στατιστικής που έχουν εντοπισθεί.»

Είναι επομένως προφανές ότι για την κατανόηση και σωστή εφαρμογή των

προτύπων της σειράς ISO 9000 απαιτείται πρακτική εμπειρία και βαθιά γνώση των αρχών της διασφάλισης ποιότητας γενικά και του στατιστικού ελέγχου ποιότητας ειδικότερα.

1.4.3. Ολική ποιότητα

Οι όροι *ολική ποιότητα* (total quality) και *διοίκηση ολικής ποιότητας* (total quality management, TQM) είναι πολύ γενικοί, καλύπτουν όλες τις έννοιες και δραστηριότητες που σχετίζονται με την ποιότητα και έχουν αποτελέσει προσφιλέσ συγκραφικό αντικείμενο. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι ο κατάλογος δημοσιεύσεων της αμερικανικής εταιρίας ποιότητας ASQ για το 1999 περιέχει 23 τίτλους βιβλίων στην περιοχή Total Quality Management, από τους οποίους 5 μόνο περιέχουν τον όρο *ολική ποιότητα*, ενώ αρκετοί αναφέρονται στις απόψεις ορισμένων παγκόσμια γνωστών ειδικών της ποιότητας, όπως είναι ο W. Edwards Deming και ο J.M. Juran. Η ελληνική βιβλιογραφία περιλαμβάνει επίσης αρκετά συγγράμματα που πραγματεύονται τη διοίκηση ολικής ποιότητας, (π.χ. Τσιότρας, 1995).

Η διοίκηση ολικής ποιότητας αποτελεί εξέλιξη του ολικού ελέγχου ποιότητας που εισήγαγε ο Feigenbaum την δεκαετία του 1950. Ουσιαστικές διαφορές ανάμεσα στον ολικό έλεγχο ποιότητας και τη διοίκηση ολικής ποιότητας δεν υπάρχουν, όπως δεν υπάρχει κοινά αποδεκτός ορισμός για την ολική ποιότητα. Γενικά όμως η ολική ποιότητα και η διοίκησή της χαρακτηρίζονται από τις δυο παρακάτω βασικές αρχές:

- α) Η ποιότητα είναι πολύπλευρη έννοια και έχει πολλές διαστάσεις. Κατά τον Garvin (1988), οκτώ είναι οι διαστάσεις της ποιότητας:
- κύρια χαρακτηριστικά - απόδοση (performance),
 - ιδιαίτερα/δευτερεύοντα χαρακτηριστικά (features),
 - συμμόρφωση στις προδιαγραφές (conformance),
 - αξιοπιστία (reliability),
 - ανθεκτικότητα στο χρόνο και τη χρήση (durability),
 - δυνατότητα και χαρακτηριστικά υποστήριξης (serviceability),
 - αισθητική (aesthetics),
 - διαισθητική/υποκειμενική ποιότητα (perceived quality).

Άλλοι συγγραφείς διαφοροποιούνται ελαφρά ως προς την ονομασία ή και τον αριθμό των διαστάσεων (π.χ. Teboul, 1991). Όλοι όμως συμφωνούν ότι μια επιχείρηση οφείλει να αναγνωρίσει τις διαστάσεις ποιότητας των προϊόντων της και στη συνέχεια να επιλέξει συνειδητά εκείνες στις οποίες επιθυμεί να δώσει μεγαλύτερη έμφαση για να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα της. Συνέπεια των στρατηγικών αυτών επιλογών είναι οι προτεραιότητες στον έλεγ-

χο ποιότητας. Αν π.χ. η διοίκηση αποφασίσει ότι ιδιαίτερη βαρύτητα πρέπει να δοθεί στην αξιοπιστία του προϊόντος, ανάλογης στάθμης και έκτασης θα πρέπει να είναι οι στατιστικές και άλλες τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν για να διασφαλιστεί η απαιτούμενη αξιοπιστία.

β) Η διασφάλιση της ποιότητας αποτελεί ευθύνη ολόκληρης της επιχείρησης και των εργαζομένων σε αυτήν και όχι μόνο του τμήματος ελέγχου ποιότητας. Η διοίκηση της επιχείρησης πρέπει να εξασφαλίσει και να διευκολύνει την ενεργό συμμετοχή όλων των τμημάτων. Ειδικότερα, τα κύρια αντικείμενα ευθύνης διαφόρων τμημάτων και λειτουργιών της επιχείρησης συνοψίζονται παρακάτω.

- Προγραμματισμός προϊόντων, marketing, πωλήσεις: έρευνα αγοράς για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των προϊόντων που επιθυμούν οι καταναλωτές, παρουσίαση δεδομένων ποιότητας στην αγορά.
- Ανάπτυξη προϊόντων: προσδιορισμός προδιαγραφών, επιλογή υλικών, σχεδιασμός με κριτήριο τη δυνατότητα παραγωγής με τα ελάχιστα δυνατά προβλήματα ποιότητας.
- Παραγωγή: επιλογή εξοπλισμού και διαδικασίας παραγωγής, σχεδιασμός μεθόδων, θέσεων και συνθηκών εργασίας, εκπαίδευση εργατοτεχνιτών στις μεθόδους παραγωγής και ελέγχου, συντήρηση εξοπλισμού, έλεγχος και βελτίωση παραγωγικής διαδικασίας.
- Προμήθειες: επιλογή προμηθευτών, συνεννόηση σχετικά με τις ποιοτικές απαιτήσεις για τα εισερχόμενα υλικά, έλεγχος εισερχόμενων υλικών, συνεργασία με τους προμηθευτές για κοινή αντιμετώπιση σχετικών προβλημάτων ποιότητας.
- Συσκευασία και διανομή: έλεγχος καταλληλότητας υλικών και μεθόδων συσκευασίας και διανομής των προϊόντων στην αγορά, με σκοπό την αποφυγή ποιοτικής υποβάθμισης των προϊόντων κατά τα στάδια αυτά.
- Εξυπηρέτηση πελατών: υποστήριξη προϊόντων, επισκευές και αντικαταστάσεις, πρόνοια για επαρκή διαθεσιμότητα ανταλλακτικών.

Σε μια επιχείρηση όπου η ολική ποιότητα έχει περάσει από τη θεωρία στην πράξη με καθολική συμμετοχή των εργαζομένων, ο ρόλος του τμήματος διασφάλισης ποιότητας αναβαθμίζεται από ελεγκτικό σε συμβουλευτικό - συντονιστικό. Συγκεκριμένα, το τμήμα διασφάλισης ποιότητας αναλαμβάνει τη σχεδίαση των μεθόδων βελτίωσης της ποιότητας και την καταγραφή τους στο εγχειρίδιο ποιότητας, την εκπαίδευση του προσωπικού και την επίβλεψη της σωστής εφαρμογής των μεθόδων, τον συντονισμό των ενεργειών των διαφόρων τμημάτων και την παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών, και ακόμη αναλύει τα στοιχεία κόστους ποιότητας, ώστε να εντοπίζει νέες ευκαιρίες βελτιώσεων και να τις γνωστοποιεί στη διοίκηση.

Οι παραπάνω αρχές της διοίκησης ολικής ποιότητας υλοποιούνται μέσα από το κατάλληλο σύστημα διασφάλισης ποιότητας, με τα στοιχεία που έχουν ήδη αναλυθεί στις προηγούμενες παραγράφους. Η επιτυχημένη λειτουργία του συστήματος ποιότητας εξαρτάται άμεσα από το βαθμό στον οποίο η επιχείρηση έχει υιοθετήσει την προσέγγιση της ολικής ποιότητας.