

Διοίκηση Ποιότητας (Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας)

Σ. Μαλεφάκη
Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών

2022–2023

Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας



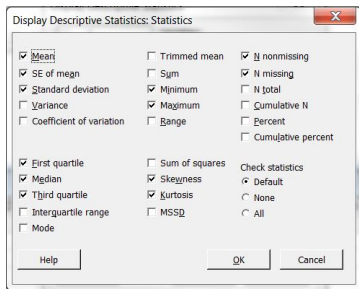
Παράδειγμα

Δίνονται μετρήσεις που αφορούν την ημερήσια εισροή λυμάτων (σε χιλιάδες κυβικά μέτρα) σε μια μονάδα επεξεργασίας αστικών λυμάτων στην Ισπανία. Οι μετρήσεις 509 τυχαία επιλεγμένων ημερών στην πραγματικότητα αποτελούν τμήμα μιας ευρύτερης μελέτης αξιολόγησης της λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας αστικών λυμάτων.

1. Υπολογίστε τη μέση (mean) ημερήσια εισροή λυμάτων κατά τη διάρκεια των 509 ημερών.
2. Προσδιορίστε τη διάμεσο (median) της ημερήσιας εισροής λυμάτων. Τι εκφράζει η τιμή αυτή;
3. Υπολογίστε τα ακόλουθα περιγραφικά μέτρα: έκταση (range), διασπορά (variance), τυπική απόκλιση (standard deviation), 1ο και 3ο τεταρτημόριο (quartiles), την απόσταση μεταξύ του 1ου και 3ου τεταρτημορίου (interquartile range), συντελεστή λοξότητας (skewness) και συντελεστή κύρτωσης (kurtosis).

Παράδειγμα

Stat > Basic Statistics > Display Descriptive Statistics...



Descriptive Statistics: X

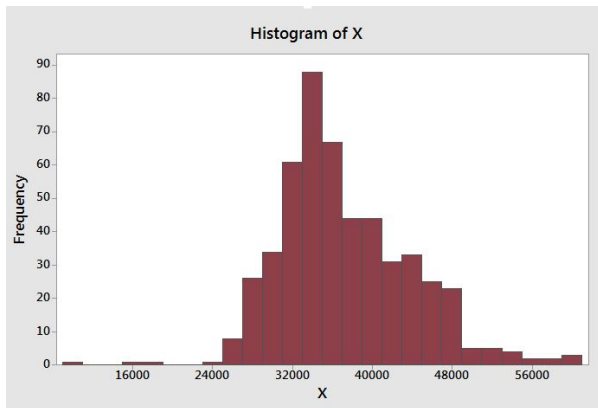
Statistics											
Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum	Skewness
X	509	0	37227	294	6636	10050	32886	35990	41391	60081	0,47
Variable	Kurtosis										
X	1,03										

Γραφικές Παραστάσεις κατανομής δεδομένων

- ▶ Ιστόγραμμα
- ▶ Διάγραμμα Στελέχους - Φύλλου
- ▶ Διάγραμμα Ποσοστιαίας (Quantile Plot)
- ▶ Θηκόγραμμα (Boxplot)
- ▶ Ραβδόγραμμα

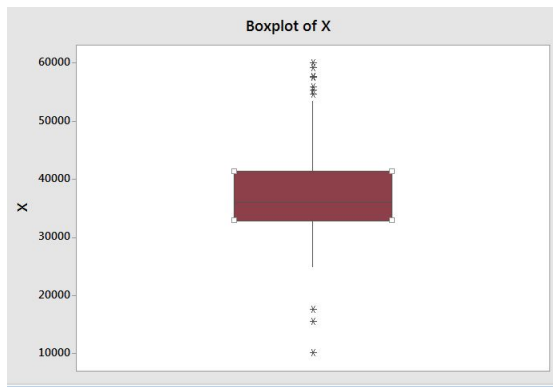
Ιστόγραμμα

Graph > Histogram...



Θηκόγραμμα (Boxplot)

Graph > Boxplot...



Ανάλυση Pareto - Άσκηση

Η διεύθυνση ποιοτικού ελέγχου μιας εταιρείας εκτυπωτών επιθυμεί να βγάλει κάποια συμπεράσματα για τις βλάβες που παρουσιάζει ένας συγκεκριμένος τύπος εκτυπωτή που κατασκευάζει. Για το σκοπό αυτό, προμηθεύτηκε από το τμήμα συντήρησης της εταιρείας στοιχεία που αφορούν τις, εντός εγγύησης, βλάβες που εμφανίστηκαν σε 2300 εκτυπωτές αυτού του τύπου, τα οποία παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Τύπος βλάβης	Συχνότητα εμφάνισης	Διάρκεια επιδιόρθωσης ανά βλάβη (ώρες)	Κόστος επιδιόρθωσης ανά βλάβη (ευρώ)
Κακή τροφοδοσία χαρτιού	983	2	50
Δε λειτουργεί η οθόνη χειρισμού	27	3	65
Δε συνδέεται στο δίκτυο	32	2.5	58
Πρόβλημα στην κεφαλή εκτύπωσης	416	3	85
Πρόβλημα στην τροφοδοσία ρεύματος	511	0.5	8
Δεν αναγνωρίζει την κάρτα μνήμης	152	1.5	45
Δε λειτουργεί το σκάνερ	179	1.5	35

(α) Σε ποιες βλάβες πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα από την πλευρά της διεύθυνσης ποιοτικού ελέγχου κατά την εφαρμογή διορθωτικών ενεργειών, ώστε να μειωθεί δραστικά ο χρόνος που χρειάζεται το τμήμα συντήρησης της εταιρείας για την επιδιόρθωση του συγκεκριμένου τύπου εκτυπωτή;

(β) Σε ποιες βλάβες πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα από την πλευρά της διεύθυνσης ποιοτικού ελέγχου κατά την εφαρμογή διορθωτικών ενεργειών, ώστε να μειωθεί δραστικά το κόστος επιδιόρθωσης;

(γ) Διαφοροποιείται η απάντησή σας στα ερωτήματα (α) και (β); Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Ανάλυση Pareto - Λύση

(α) Για την κατασκευή του διαγράμματος εισάγουμε τα δεδομένα στο MINITAB. Συγκεκριμένα στη στήλη C1 καταχωρούμε τον τύπο βλάβης και στη στήλη C2 καταχωρίζουμε το γινόμενο του συνολικού αριθμού βλαβών κάθε τύπου επί την αντίστοιχη διάρκεια επιδιόρθωσης.

Τύπος βλάβης	Συχνότητα εμφάνισης	Διάρκεια επιδιόρθωσης ανά βλάβη (ώρες)	Συχνότητα εμφάνισης × Διάρκεια επιδιόρθωσης (Συνολική διάρκεια)
Κακή τροφοδοσία χαρτιού	983	2	1966
Δεν λειτουργεί η οθόνη χειρισμού	27	3	81
Δεν συνδέεται στο δίκτυο	32	2,5	80
Πρόβλημα στην κεφαλή εκτύπωσης	416	3	1248
Πρόβλημα στην τροφοδοσία ρεύματος	511	0,5	255,5
Δεν αναγνωρίζει την κάρτα μνήμης	152	1,5	228
Δεν λειτουργεί το σκάνερ	179	1,5	268,5

Κατασκευάζουμε το διάγραμμα Pareto επιλέγοντας

Stat > Quality tools > Pareto chart

και συμπληρώνουμε στα πεδία

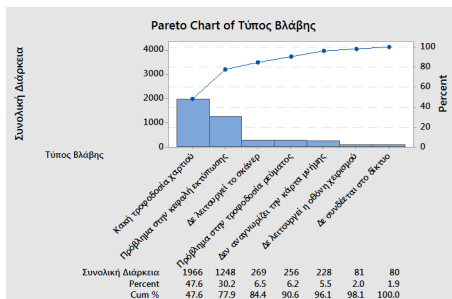
Defects or attribute data in: C1

Frequencies in: C2

πιέζουμε OK και παίρνουμε το ακόλουθο διάγραμμα

Ανάλυση Pareto - Λύση

(α)



Από το διάγραμμα αυτό προκύπτει ότι οι βλάβες στις οποίες πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα ώστε να μειωθεί δραστικά ο χρόνος που χρειάζεται το τμήμα συντήρησης της εταιρείας για την επιδιόρθωση του συγκεκριμένου τύπου εκτυπωτή είναι «Κακή τροφοδοσία χαρτιού» και «Πρόβλημα στην κεφαλή εκτύπωσης», οι οποίες καταλαμβάνουν το 77.9% του συνολικού χρόνου επιδιόρθωσης.

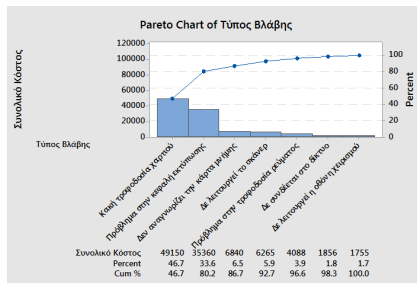
Ανάλυση Pareto - Λύση

(β) Για να διαπιστωθεί σε ποιες βλάβες πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα ώστε να μειωθεί δραστικά το κόστος επιδιόρθωσης του συγκεκριμένου τύπου εκτυπωτή το κατάλληλο διάγραμμα είναι και πάλι ένα διάγραμμα Pareto με βάση, όμως, το συνολικό κόστος επιδιόρθωσης ανά τύπο βλάβης. Πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό βλαβών κάθε τύπου με το αντίστοιχο κόστος επιδιόρθωσης προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας:

Τύπος βλάβης	Συχνότητα εμφάνισης	Κόστος επιδιόρθωσης ανά βλάβη (ευρώ)	Συχνότητα εμφάνισης × Κόστος επιδιόρθωσης (Συνολικό κόστος)
Κακή τροφοδοσία χαρτιού	983	50	49150
Δεν λειτουργεί η οθόνη χειρισμού	27	65	1755
Δεν συνδέεται στο δίκτυο	32	58	1856
Πρόβλημα στην κεφαλή εκτύπωσης	416	85	35360
Πρόβλημα στην τροφοδοσία ρεύματος	511	8	4088
Δεν αναγνωρίζει την κάρτα μνήμης	152	45	6840
Δεν λειτουργεί το σκάνερ	179	35	6265

Ανάλυση Pareto - Λύση

(β)



Από το διάγραμμα αυτό προκύπτει ότι οι βλάβες στις οποίες πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα ώστε να μειωθεί δραστικά το κόστος της εταιρείας για την επιδιόρθωση του συγκεκριμένου τύπου εκτυπωτή είναι «Κακή τροφοδοσία χαρτιού» και «Πρόβλημα στην κεφαλή εκτύπωσης», οι οποίες ευθύνονται για το 80.2% του συνολικού κόστους επιδιόρθωσης.

(γ) Και από τα δυο διαγράμματα Pareto, του ερωτήματος (α) και (β), προκύπτει ότι θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα στις βλάβες «Κακή τροφοδοσία χαρτιού» και «Πρόβλημα στην κεφαλή εκτύπωσης» ώστε να μειωθεί δραστικά τόσο ο συνολικός χρόνος όσο και το συνολικό κόστος επιδιόρθωσης.

Διαγράμματα ελέγχου - Άσκηση

Ο διευθυντής μιας εταιρείας courier υποψιάζεται ότι υπάρχει σοβαρό πρόβλημα στις παραδόσεις που ανατίθενται στην εταιρεία του. Για να διαπιστώσει αν όντως υπάρχει πρόβλημα κατέγραψε για 20 εβδομάδες τις συνολικές παραδόσεις που πραγματοποιήθηκαν, καθώς επίσης και πόσες από αυτές καθυστέρησαν (οι υπόλοιπες θεωρείται ότι παραδόθηκαν στην ώρα τους).

Εβδομάδα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Παραδόσεις	750	580	456	530	760	570	575	486	690	520
Καθυστερημένες παραδόσεις	250	160	152	165	220	148	150	162	240	137
Εβδομάδα	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Παραδόσεις	500	580	780	550	452	470	430	755	456	487
Καθυστερημένες παραδόσεις	146	165	251	156	162	144	165	251	178	190

Να κατασκευαστεί με χρήση MINITAB το κατάλληλο διάγραμμα ελέγχου για τα παραπάνω δεδομένα. Εξετάστε αν η διεργασία είναι υπό στατιστικό έλεγχο.

Διαγράμματα ελέγχου - Λύση

Για την κατασκευή του διαγράμματος στο MINITAB χρησιμοποιούμε τα δεδομένα του πίνακα και ακολουθούμε τη διαδικασία

Stat > Control Charts > Attribute Charts > P

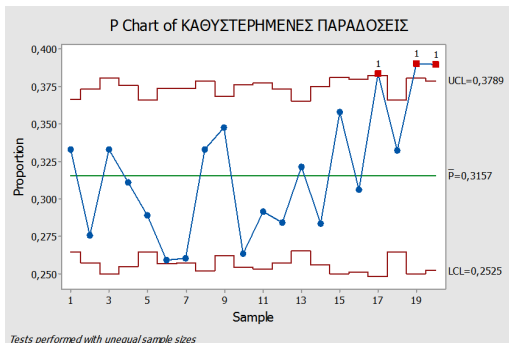
Στα πεδία Variables και Subgroup sizes εισάγουμε τις στήλες Καθυστερημένες Παραδόσεις και Παραδόσεις αντίστοιχα. Εν συνεχεία, πιέζουμε P Chart Options στην καρτέλα Tests επιλέγουμε Perform all tests for special causes πιέζουμε δυο φορές OK και προκύπτει το ακόλουθο διάγραμμα:

Διαγράμματα ελέγχου - Λύση

Για την κατασκευή του διαγράμματος στο MINITAB χρησιμοποιούμε τα δεδομένα του πίνακα και ακολουθούμε τη διαδικασία

Stat > Control Charts > Attribute Charts > P

Στα πεδία Variables και Subgroup sizes εισάγουμε τις στήλες Καθυστερημένες Παραδόσεις και Παραδόσεις αντίστοιχα. Εν συνεχεία, πιέζουμε P Chart Options στην καρτέλα Tests επιλέγουμε Perform all tests for special causes πιέζουμε δυο φορές OK και προκύπτει το ακόλουθο διάγραμμα:



Διαγράμματα ελέγχου - Λύση

P Chart of ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ

Test Results for P Chart of ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ

TEST 1. One point more than 3,00 standard deviations from center line.
Test Failed at points: 17; 19; 20

Σύμφωνα με το διάγραμμα αυτό, υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι η διαδικασία ήταν εκτός στατιστικού ελέγχου κατά τη διάρκεια λήψης των παραπάνω μετρήσεων. Συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι 3 σημεία του διαγράμματος ελέγχου βρίσκονται εκτός των ορίων ελέγχου

Διαγράμματα ελέγχου - Άσκηση

Η διεύθυνση ενός εστιατορίου θέλει να ελέγξει τη θερμοκρασία του φαγητού τη στιγμή που αυτό φεύγει από την κουζίνα προς παράδοση στον πελάτη. Ο σεφ Α συνέλεξε 70 δείγματα, τα οποία αποτελούνται από 3 πιάτα το καθένα και μέτρησε τη θερμοκρασία του κάθε πιάτου (διεργασία $\Delta 1$). Τα σχετικά δεδομένα δίνονται στις στήλες C1 – C3 του αρχείου. Ο σεφ Β συνέλεξε επίσης 70 δείγματα, τα οποία αποτελούνται από 4 πιάτα το καθένα και μέτρησε τη θερμοκρασία του κάθε πιάτου (διεργασία $\Delta 2$). Τα σχετικά δεδομένα δίνονται στις στήλες C4 – C7 του αρχείου.

(α -1) Ποιο διάγραμμα (ή ποια διαγράμματα) ελέγχου θεωρείτε καταλληλότερο (καταλληλότερα) για τον έλεγχο ποιότητας των διεργασιών $\Delta 1$ και $\Delta 2$ και γιατί;

(β -3) Να κατασκευάσετε, με χρήση του MINITAB, κατάλληλο διάγραμμα (ή κατάλληλα διαγράμματα) ελέγχου για την παρακολούθηση της διεργασίας $\Delta 1$, με όρια ελέγχου που άγονται σε απόσταση +/- τρεις τυπικές αποκλίσεις από την κεντρική γραμμή. Είναι η $\Delta 1$ εντός στατιστικού ελέγχου; Να χρησιμοποιηθούν όλα τα κριτήρια του MINITAB με τις προεπιλεγμένες τιμές για το K.

(γ -1) Ποια είναι η κεντρική γραμμή και τα όρια ελέγχου του διαγράμματος που αφορά τη μέση τιμή της διεργασίας $\Delta 1$;

(δ -3) Να κατασκευάσετε, με χρήση του MINITAB, κατάλληλο διάγραμμα (ή κατάλληλα διαγράμματα) ελέγχου για την παρακολούθηση της διεργασίας $\Delta 2$, με όρια που άγονται σε απόσταση +/- τρεις τυπικές αποκλίσεις από την κεντρική γραμμή. Να χρησιμοποιηθούν όλα τα κριτήρια του MINITAB με τις προεπιλεγμένες τιμές για το K.

Στη συνέχεια απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα:

(i) Ποια είναι η κεντρική γραμμή και τα όρια ελέγχου του διαγράμματος που αφορά τη μέση τιμή της διεργασίας $\Delta 2$;

(ii) Είναι η διεργασία $\Delta 2$ εντός στατιστικού ελέγχου; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.