

**Διοίκηση Ποιότητας**

**Ενότητα 5 - Στατιστικός έλεγχος διεργασίας και Διαγράμματα ελέγχου μεταβλητών**

Διδάσκων: Τσέλιος Δημήτριος, Καθηγητής Εφαρμογών

Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων.

**Άδειες χρήσης.**

* Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται στην παρακάτω άδεια χρήσης Creative Commons (C C). **Αναφορά δημιουργού (B Y), Παρόμοια Διανομή (S A), 3.0, Μη εισαγόμενο.**
* Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



**Χρηματοδότηση.**

* Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
* Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
* Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Περιεχόμενα

[Σχήματα. 3](#_Toc379370417)

[Πίνακες. 4](#_Toc379370418)

[1.**Στατιστικός έλεγχος διεργασίας** 4](#_Toc379370419)

[2.**Κατηγορίες Διαγραμμάτων Ελέγχου** 5](#_Toc379370420)

[3.**Γενικά χαρακτηριστικά των διαγραμμάτων ελέγχου** 5](#_Toc379370421)

[4.**Κατασκευή Διαγραμμάτων Ελέγχου Μεταβλητών** 6](#_Toc379370422)

[Χρήση του λογισμικού Minitab 8](#_Toc379370423)

[Άσκηση 8](#_Toc379370424)

[5.**Διάγραμμα ελέγχου X-MR (κινούμενου εύρους) και διάγραμμα ελέγχου τυπικής απόκλισης** 10](#_Toc379370425)

[Άσκηση 1 10](#_Toc379370426)

[Χρήση Minitab 12](#_Toc379370427)

[**6.ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ Χ και S () 12**](#_Toc379370428)

[Διαδικασία δημιουργίας 13](#_Toc379370429)

[7.**Διαγράμματα Ελέγχου Ιδιοτήτων (διαγράμματα τύπου p και c)** 13](#_Toc379370430)

[Χρήση του λογισμικού Minitab 14](#_Toc379370431)

[Παράδειγμα 15](#_Toc379370432)

[**8.Διάγραμμα τύπου p** 17](#_Toc379370433)

[**9.Διάγραμμα τύπου c** 17](#_Toc379370434)

[**10 . Διαγράμματα διαδοχικών τιμών** 19](#_Toc379370435)

[Κατασκευή του διαγράμματος διαδοχικών τιμών 20](#_Toc379370436)

[Χρήση του Minitab 20](#_Toc379370437)

#

|  |
| --- |
| Σχήματα.[Σχήμα 1. 10](#_Toc379370611)[Σχήμα 2. 12](#_Toc379370612)[Σχήμα 3. 17](#_Toc379370613)[Σχήμα 4. 19](#_Toc379370614)[Σχήμα 5. 22](#_Toc379370615) |

#

|  |
| --- |
| Πίνακες.Πίνακας 1. 8Πίνακας 2 - Πίνακας δειγμάτων αντίστασης 9Πίνακας 3 - Πίνακας παραδόσεων σκυροδέματος. 16Πίνακας 4. 21Πίνακας 5. 22 |

# Στατιστικός έλεγχος διεργασίας

Ο απλούστερος, από άποψη σχεδιασμού και υλοποίησης, έλεγχος ποιότητας μιας διαδικασίας παραγωγής είναι η επιθεώρηση όλων των προϊόντων (100% επιθεώρηση) καθώς και η μετεξέλιξη της που είναι η επιθεώρηση δειγμάτων (δειγματοληπτικός έλεγχος).

Τα προφανή μειονεκτήματα της 100% επιθεώρησης είναι το μεγάλο κόστος και η δυσχέρεια εφαρμογής λόγω των συνήθων χρονικών περιορισμών. Από την άλλη, όποιος και αν είναι ο δειγματοληπτικός έλεγχος, γεγονός παραμένει πως ο παραγωγός θα πρέπει να αποδεχθεί την πιθανότητα του κινδύνου να μην απορριφθούν όλα τα ελαττωματικά προϊόντα από τον ποιοτικό έλεγχο. Φυσικά, αυτό είναι αντίθετο με την αρχή της ολικής ποιότητας και έτσι πρέπει να χρησιμοποιηθούν βελτιωμένα εργαλεία ποιότητας.

Ένα εναλλακτικό εργαλείο είναι **ο Στατιστικός Έλεγχος Διεργασίας (ΣΕΔ)**, ο στόχος του οποίου είναι να εμποδίσει την παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων κατά τη διαδικασία παραγωγής και όχι στο τελικό προϊόν. Ο ΣΕΔ χρησιμοποιεί για να επιτύχει το στόχο τα διαγράμματα ελέγχου, που αποτελούν μια γραφική μέθοδο αναγνώρισης μιας διεργασίας που βρίσκεται υπό στατιστικό έλεγχο, προσπαθώντας να καταδείξουν αν η μεταβλητότητα της διεργασίας υπακούει στους κανόνες της τυχαιότητας ή εάν υπάρχουν εξωγενείς παράγοντες που την προκαλούν.

# Κατηγορίες Διαγραμμάτων Ελέγχου

Υπάρχουν δυο κύριες κατηγορίες διαγραμμάτων ελέγχου:

* **Διαγράμματα ελέγχου των μεταβλητών**, τα οποία χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο συνεχών και μετρήσιμων μεγεθών που αντιστοιχούν σε χαρακτηριστικά όπως θερμοκρασία, πίεση, ταχύτητα κλπ. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα διαγράμματα μέσης τιμής και εύρους.
* **Διαγράμματα ελέγχου των ιδιοτήτων**, τα οποία χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των δεδομένων που απαριθμούνται, όπως ο αριθμός των ελαττωμάτων ή το πλήθος των ελαττωματικών προϊόντων. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα διαγράμματα p, np, c και u.

# Γενικά χαρακτηριστικά των διαγραμμάτων ελέγχου

Ανεξάρτητα από την κατηγορία στην οποία ανήκουν, τα διαγράμματα ελέγχου έχουν κοινή μορφή. Σχηματίζονται από την κεντρική γραμμή (CL) και δυο εκατέρωθεν γραμμές παράλληλες με αυτή. Οι γραμμές αυτές είναι το άνω όριο ελέγχου (UCL) και το κάτω όριο ελέγχου (LCL). Οι δυο άξονες αντιπροσωπεύουν το χρόνο (οριζόντιος) και τις μονάδες μέτρησης (κάθετος) ενώ πάνω στο διάγραμμα τοποθετούνται σημεία που αναφέρονται σε μέσες τιμές (ή εύρη τιμών) του δείγματος του χαρακτηριστικού που ελέγχουμε σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Τέλος τα σημεία αυτά ενώνονται με μια τεθλασμένη γραμμή η οποία δείχνει με εποπτικό τρόπο την κατάσταση.

Παρατήρηση: Τα δυο όρια ελέγχου συνήθως σχεδιάζονται σε απόσταση συν/ πλην τριών αποκλίσεων (του πληθυσμού των δειγμάτων) από την κεντρική γραμμή. Αν επομένως η διεργασία είναι υπό στατιστικό έλεγχο και αντιπροσωπεύεται ικανοποιητικά από την κανονική κατανομή, τότε το 99,73% των τιμών που προέρχονται από τις μετρήσεις θα πρέπει να βρίσκονται μεταξύ των δυο ορίων.

# Κατασκευή Διαγραμμάτων Ελέγχου Μεταβλητών

Για να σχεδιάσουμε τα διαγράμματα ελέγχου των μεταβλητών δεδομένων (διάγραμμα Χ και R), εφαρμόζουμε την ακόλουθη διαδικασία:

1) Κατά τη διάρκεια της παραγωγής καταγράφουμε τις μετρήσεις k δειγμάτων μεγέθους n. Οι τυπικές τιμές των k και n είναι k=20 και n=5. Η συχνότητα της δειγματοληψίας εξαρτάται από τον όγκο της παραγωγής. Μια τυπική συχνότητα μπορεί να είναι ένα δείγμα ανά ώρα.

2) Για το καθένα από τα k δείγματα υπολογίζουμε και καταγράφουμε το μέσο όρο () και το εύρος τιμών (Ri) όπου i=1, . ., k.

3) Υπολογίζουμε το συνολικό μέσο όρο και το μέσο όρο εύρους με βάση τους ακόλουθους τύπους 

4) Στη συνέχεια υπολογίζουμε τα ανώτερα όρια ελέγχου (UCL) και τα κατώτερα όρια ελέγχου (LCL), τα οποία είναι για το διάγραμμα μέσης τιμής:  , ενώ για το R-διάγραμμα: , . (Οι τιμές των συντελεστών δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Μέγεθος****Δείγματος.** | **Τιμή****Α2.** | **Τιμή****D3.** | **Τιμή****D4.** |
| 2 | 1.880 | 0 | 3.267 |
| 3 | 10.023 | 0 | 2.574 |
| 4 | 0.729 | 0 | 2.282 |
| 5 | 0.577 | 0 | 2.114 |
| 6 | 0.483 | 0 | 2.004 |
| 7 | 0.419 | 0.076 | 1.924 |
| 8 | 0.373 | 0.136 | 1.864 |
| 9 | 0.337 | 0.184 | 1.816 |
| 10 | 0.308 | 0.223 | 1.777 |
| 11 | 0.285 | 0.256 | 1.744 |
| 12 | 0.266 | 0.283 | 1.717 |
| 13 | 0.249 | 0.307 | 1.693 |
| 14 | 0.235 | 0.328 | 1.672 |
| 15 | 0.223 | 0.347 | 1.653 |
| 16 | 0.212 | 0.363 | 1.637 |
| 17 | 0.203 | 0.378 | 1.622 |
| 18 | 0.194 | 0.391 | 1.608 |
| 19 | 0.187 | 0.403 | 1.597 |
| 20 | 0.180 | 0.415 | 1.585 |
| 21 | 0.173 | 0.425 | 1.575 |
| 22 | 0.167 | 0.434 | 1.566 |
| 23 | 0.162 | 0.443 | 1.557 |
| 24 | 0.157 | 0.451 | 1.548 |
| 25 | 0.153 | 0.459 | 1.541 |

*Πίνακας 1.*

5) Τέλος σχεδιάζουμε το διάγραμμα τιμής ή το διάγραμμα εύρους, χρησιμοποιώντας τις τιμές που βρήκαμε στα δυο προηγούμενα βήματα για να κατασκευάσουμε τις αντίστοιχες ευθείες καθώς και τις μέσες τιμές και τα εύρη που βρήκαμε στο δεύτερο βήμα της διαδικασίας (θυμηθείτε πως οτιδήποτε υπολογίσαμε κατά τη διαδικασία θα χρησιμοποιηθεί στο διάγραμμα). Τότε εξετάζουμε αν οι τιμές των μέσων όρων ή των εύρων των δειγμάτων οι οποίες έχουν υπολογιστεί στο δεύτερο βήμα, περιορίζονται στο χώρο ανάμεσα στα δυο όρια και αν αυτό συμβαίνει τότε θεωρούμε ότι η διεργασία είναι υπό στατιστικό έλεγχο. Επίσης εξετάζουμε αν υπάρχουν περίεργα μοτίβα διαδοχικών τιμών πάνω ή κάτω από τη μέση τιμή (χωρίς να βγαίνουν εκτός ορίων). Διαφορετικά υπάρχουν κάποια αίτια μεταβλητότητας που θα πρέπει να ερευνηθούν. Στις ασκήσεις για λόγους ευκολίας θα εξετάζουμε αν υπάρχουν τέσσερις διαδοχικές τιμές πάνω ή κάτω από τη μέση τιμή (στη σχετική βιβλιογραφία εξετάζονται οι πέντε τιμές αλλά εμείς θα χρησιμοποιούμε λιγότερα δείγματα).

## Χρήση του λογισμικού Minitab

Για να κατασκευάσουμε τα διαγράμματα ελέγχου των μεταβλητών δεδομένων (διάγραμμα Χ και R) χρησιμοποιώντας το Minitab ακολουθούμε τα εξής βήματα:

* Καταγράφουμε τα δεδομένα που έχουν προκύψει από τη δειγματοληψία σε μια στήλη του πλέγματος του Minitab ή τα τοποθετούμε σε ξεχωριστές γραμμές (ανά δείγμα).
* Από το μενού Stat επιλέγουμε Control Charts 🡪 Xbar- R και προκύπτει ένα παράθυρο διαλόγου στο οποίο, αν έχουμε τοποθετήσει τα δεδομένα σε μια στήλη, δίνουμε τη στήλη στη θέση Single Column και γράφουμε το μέγεθος του δείγματος στη θέση Subgroup size. Αν έχουμε καταγράψει τα δείγματα κατά γραμμές, τότε τις δίνουμε στη θέση Subgroups across rows of.
* Τέλος επιλέγουμε το OK και προκύπτουν και τα δυο διαγράμματα.

## Άσκηση

Ο παρακάτω πίνακας δεδομένων περιέχει τη δειγματοληψία 20 δειγμάτων με πλήθος 5 δεδομένων της αντίστασης των ασφαλειών που κατασκευάζει μια εταιρεία ηλεκτρολογικού εξοπλισμού. Χρησιμοποιώντας το λογισμικό Minitab κατασκευάστε το διάγραμμα ελέγχου μέσης τιμής και το διάγραμμα εύρους. Ερμηνεύστε το αποτέλεσμα που προκύπτει.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Αρ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|  | 2,70 | 3,01 | 2,72 | 2,50 | 2,30 | 2,94 | 3,32 | 2,86 | 2,55 | 2,98 | 3,05 | 2,75 | 2,50 | 2,80 | 3,30 | 3,15 | 2,95 | 2,90 | 2,85 | 2,73 |
|  | 2,80 | 2,90 | 3,05 | 2,68 | 2,80 | 2,75 | 3,25 | 2,65 | 2,73 | 3,28 | 2,90 | 2,95 | 2,78 | 2,75 | 3,05 | 2,92 | 2,82 | 3,35 | 2,78 | 2,66 |
|  | 2,45 | 3,20 | 2,68 | 3,13 | 2,93 | 3,15 | 2,95 | 3,09 | 2,96 | 3,17 | 2,75 | 2,65 | 2,45 | 2,30 | 3,15 | 3,05 | 2,55 | 3,20 | 2,94 | 2,52 |
|  | 2,62 | 3,23 | 3,11 | 2,40 | 2,69 | 3,22 | 2,85 | 2,94 | 2,75 | 3,40 | 3,30 | 3,10 | 2,33 | 2,55 | 2,98 | 2,72 | 2,34 | 2,85 | 2,63 | 2,65 |
|  | 2,90 | 2,77 | 2,78 | 2,92 | 3,16 | 3,30 | 3,02 | 2,96 | 2,87 | 3,50 | 3,05 | 3,08 | 2,45 | 2,25 | 2,75 | 2,45 | 2,22 | 2,95 | 2,56 | 2,47 |

*Πίνακας 2 -* Πίνακας δειγμάτων αντίστασης

Σημείωση: Τα διαγράμματα που δημιουργούνται από τη χρήση του Minitab είναι τα ακόλουθα.

Σχήμα 1.

# Διάγραμμα ελέγχου X-MR (κινούμενου εύρους) και διάγραμμα ελέγχου τυπικής απόκλισης

***Πότε χρησιμοποιούνται;***

Όταν η κάθε υποομάδα (δείγμα) περιλαμβάνει ένα μόνο στοιχείο (μέγεθος δείγματος ίσο με 1). Αναφέρονται και ως ατομικά διαγράμματα με κινούμενο εύρος (Individual Range Moving Chart).

Άσκηση 1: Έστω ότι έχουμε καταγράψει τον αριθμό των απουσιών ενός μαθητή τους τελευταίους πέντε μήνες και είναι οι ακόλουθες:

Μήνας Απουσίες

1. 20
2. 25
3. 18
4. 16
5. 18

Να κατασκευαστεί το διάγραμμα X-MR (Ζαβλανός Μ., Η Ποιότητα στις Παρεχόμενες Υπηρεσίες και τα Προϊόντα, Αθήνα 2006).

***Λύση***:

***Βήμα 1***: Υπολογίζουμε τη μέση τιμή των ατομικών μετρήσεων.



***Βήμα 2***: Υπολογίζουμε το κινούμενο εύρος για κάθε ζεύγος τιμών.

R1 = |20 - 25| = 5

R2 = |25 - 18| = 7

R3 = |18 - 16| = 2

R4 = |16 - 18| = 2

***Βήμα 3***: Υπολογίζουμε τη μέση τιμή του κινούμενου εύρους.



***Βήμα 4***: Υπολογίζουμε τα όρια ελέγχου των διαγραμμάτων.









Εδώ πρέπει να τονιστεί πως οι τιμές των συντελεστών **E2=2,659**, **D3=0** και **D4=3,267** είναι οι ίδιες για όλα τα διαγράμματα κινούμενου εύρους καθώς το μέγεθος του δείγματος είναι πάντα ίσο με 1.

***Βήμα 5***: Σχεδιάζουμε τα διαγράμματα (Σημείωση: τα διαγράμματα έγιναν με χρήση του λογισμικού Minitab).



Σχήμα 2.

***Βήμα 6***: Ερμηνεία.

Όπως παρατηρούμε δεν υπάρχει κάποια ένδειξη για πρόβλημα στα διαγράμματα. Εξάλλου τα δείγματα ήταν τόσο λίγα που δεν θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αυτό.

## Χρήση Minitab

Για να κατασκευάσουμε το διάγραμμα κινούμενου εύρους με χρήση του λογισμικού αφού καταγράψουμε τις τιμές των δειγμάτων σε μια στήλη πχ. C1 του πλέγματος και στη συνέχεια επιλέγουμε το μενού Stat 🡪 Control Charts 🡪 I- MR. Στο παράθυρο που προκύπτει και στη θέση Variable τοποθετούμε τη στήλη C1 με τις τιμές και πατάμε το ΟΚ.

# ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

***Πότε χρησιμοποιούνται;***

Όταν η κάθε υποομάδα (δείγμα) περιλαμβάνει 10 τιμές και πάνω (μέγεθος δείγματος μεγαλύτερο ή ίσο με 10).

## Διαδικασία δημιουργίας

***Βήμα 1***: Υπολογισμός της μέσης τιμής για κάθε δείγμα.



***Βήμα 2***: Υπολογισμός της τυπική απόκλισης για κάθε δείγμα.

, S1, S2, …, Sn

***Βήμα 3***: Υπολογισμός των γενικών μέσων τιμών.





***Βήμα 4***: Υπολογισμός των ορίων.









***Βήμα 5,6***: Είναι όμοια με τα αντίστοιχα βήματα που συναντήσαμε στα άλλα διαγράμματα ελέγχου.

# Διαγράμματα Ελέγχου Ιδιοτήτων (διαγράμματα τύπου p και c)

Πολλές φορές τα συλλεγόμενα δεδομένα του ελέγχου ποιότητας δεν σχετίζονται με κάποια μετρήσιμα μεγέθη αλλά είναι της μορφής ενός ορισμού της μορφής ναι/ όχι (πχ. είναι ελαττωματικό το προϊόν, αριθμός ελαττωμάτων κλπ.). Τότε είναι επιβεβλημένη η χρήση ενός διαγράμματος ελέγχου ιδιοτήτων. Η βασική διαφορά τους από τα διαγράμματα ελέγχου μεταβλητών είναι η διαφορετική διαδικασία δειγματοληψίας και ο διαφορετικός τρόπος υπολογισμού των ορίων ελέγχου.

Οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την επιλογή του κατάλληλου είδους διαγράμματος ελέγχου ιδιοτήτων είναι οι ακόλουθοι:

1) Είναι σταθερό το μέγεθος του δείγματος ή μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας;

2) Το εξεταζόμενο από τον ποιοτικό χαρακτηριστικό θεωρείται ως ελαττωματικό προϊόν ή απλώς το προσθέτουμε στο συνολικό πλήθος των ελαττωμάτων του;

Ανάλογα με τις απαντήσεις που έχουμε στα δυο προηγούμενα ερωτήματα, συνήθως επιλέγουμε ένα από τα εξής διαγράμματα:

* Διάγραμμα p (μεταβλητό μέγεθος δείγματος- ελαττωματικό προϊόν)
* Διάγραμμα np (σταθερό μέγεθος δείγματος- ελαττωματικό προϊόν)
* Διάγραμμα u (μεταβλητό μέγεθος δείγματος- πλήθος ελαττωμάτων)
* Διάγραμμα c (σταθερό μέγεθος δείγματος- πλήθος ελαττωμάτων)

## Χρήση του λογισμικού Minitab

Για να κατασκευάσουμε τα διαγράμματα ελέγχου των μεταβλητών ιδιοτήτων (διάγραμμα p, np, u, και c) χρησιμοποιώντας το Minitab ακολουθούμε τα εξής βήματα:

* Καταγράφουμε τα δεδομένα που έχουν προκύψει από τη δειγματοληψία σε μια στήλη του πλέγματος του Minitab ή τα τοποθετούμε σε ξεχωριστές γραμμές (ανά δείγμα).
* Από το μενού Stat επιλέγουμε Control Charts 🡪 p ή np ή u ή c ανάλογα με το διάγραμμα που κατασκευάζουμε και προκύπτει ένα παράθυρο διαλόγου στο οποίο, αν έχουμε τοποθετήσει τα δεδομένα σε μια στήλη, δίνουμε τη στήλη στη θέση Variable και γράφουμε το μέγεθος του δείγματος στη θέση Subgroup size. Αν έχουμε καταγράψει τα δείγματα κατά γραμμές, τότε τις δίνουμε στη θέση Subgroups in.
* Τέλος επιλέγουμε το OK και προκύπτει το ζητούμενο διάγραμμα.

## Παράδειγμα

Έστω ότι ο ακόλουθος πίνακας περιέχει τα δεδομένα μιας εταιρείας παραγωγής σκυροδέματος με τις συνολικές παραδόσεις σκυροδέματος ταχείας πήξης καθώς και τις παραδόσεις που καθυστέρησαν.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Εβδομάδα** | **Παραδόσεις** | **Καθυστερημένες Παραδόσεις** | **Αναλογία καθυστερημένων****Παραδόσεων** |
| 1 | 800 | 96 | 0,120 |
| 2 | 845 | 106 | 0,125 |
| 3 | 830 | 99 | 0,119 |
| 4 | 780 | 79 | 0,101 |
| 5 | 770 | 76 | 0,099 |
| 6 | 880 | 66 | 0,075 |
| 7 | 875 | 61 | 0,070 |
| 8 | 780 | 77 | 0,099 |
| 9 | 700 | 56 | 0,080 |
| 10 | 920 | 110 | 0,120 |
| 11 | 900 | 121 | 0,134 |
| 12 | 830 | 133 | 0,160 |
| 13 | 850 | 153 | 0,180 |
| 14 | 750 | 131 | 0,175 |
| 15 | 780 | 109 | 0,140 |
| 16 | 730 | 88 | 0,121 |
| 17 | 800 | 80 | 0,100 |
| 18 | 815 | 75 | 0,092 |
| 19 | 930 | 25 | 0,027 |
| 20 | 900 | 99 | 0,110 |
| 21 | 910 | 77 | 0,085 |
| 22 | 875 | 87 | 0,099 |
| 23 | 830 | 62 | 0,075 |
| 24 | 850 | 93 | 0,109 |
| 25 | 750 | 90 | 0,120 |

*Πίνακας 3 - Πίνακας παραδόσεων σκυροδέματος*.

Απάντηση

Επειδή το μέγεθος του δείγματος είναι μεταβλητό από εβδομάδα σε εβδομάδα και η παράδοση του σκυροδέματος καθορίζει το δείγμα ως ελαττωματικό ή μη ελαττωματικό προϊόν (αν δεν παραδοθεί στον προκαθορισμένο χρόνο), θα χρησιμοποιήσουμε το διάγραμμα της μορφής p.

Χρησιμοποιώντας το λογισμικό Minitab εκτελούμε τα εξής βήματα:

* Καταγράφουμε την αναλογία των καθυστερημένων παραδόσεων (πολλαπλασιαζόμενα επί 100), γιατί το λογισμικό δεν δέχεται δεκαδικές τιμές, σε μια στήλη, πχ. τη C4.
* Επιλέγουμε το μενού επιλογών Stat 🡪 Control Charts 🡪 P..
* Στο παράθυρο διαλόγου που προκύπτει επιλέγουμε τη στήλη C4 για τη θέση Variable και θέτουμε την τιμή 1000 στη θέση Subgroup size.

* Επιλέγοντας το ΟΚ έχουμε το ακόλουθο διάγραμμα τύπου p.

Σχήμα 3.

# Διάγραμμα τύπου p

Για την κατασκευή του διαγράμματος τύπου p χωρίς τη βοήθεια του λογισμικού Minitab ακολουθούμε τα εξής βήματα:

**Βήμα 1:** Υπολογίζουμε τις αναλογίες ελαττωματικών ως προς τα σύνολα για κάθε δείγμα τις οποίες τις συμβολίζουμε p1, p2, p3, κλπ.

**Βήμα 2:** Υπολογίζουμε το μέση αναλογία ελαττωματικών και αν τα δείγματα διαφέρουν ως προς το μέγεθος υπολογίζουμε και το μέσο μέγεθος.

**Βήμα 3:** Υπολογίζουμε τα δύο όρια του διαγράμματος χρησιμοποιώντας τους ακόλουθους τύπους:





**Βήμα 4:** Χρησιμοποιώντας όλα τα αποτελέσματα των υπολογισμών των προηγούμενων βημάτων σχεδιάζουμε το διάγραμμα τύπου p.

**Βήμα 5:** Η ερμηνεία είναι όμοια με την ερμηνεία των υπόλοιπων διαγραμμάτων ελέγχου.

# Διάγραμμα τύπου c

Σε κάποιες περιπτώσεις δεν ενδιαφέρει ο χαρακτηρισμός ενός προϊόντος (ή μιας υπηρεσίας) ως ελαττωματικό ή κανονικό αλλά μας ενδιαφέρει η καταμέτρηση των ελαττωμάτων που εμφανίζει το προϊόν (ή η υπηρεσία). Τότε θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα άλλο διάγραμμα ιδιοτήτων που είναι το διάγραμμα τύπου c.

Παράδειγμα

Κατά τη λειτουργία του, ένα γραφείο καταγγελιών του ΕΟΤ δέχτηκε τα ακόλουθα ανά μήνα πλήθη καταγγελιών: 15, 18, 20, 60, 30, 45, 10, 30, 40, 30, 20, 15. Κατασκευάστε και ερμηνεύεστε το κατάλληλο διάγραμμα ελέγχου.

Λύση

Το προϊόν σε αυτή την περίπτωση είναι η παροχή τουριστικών υπηρεσιών στην περιοχή δικαιοδοσίας του γραφείου καταγγελιών του ΕΟΤ. Σε αυτή την υπηρεσία καταγράφονται καθημερινά τα ελαττώματα (παράπονα) τα οποία αναφέρονται στο γραφείο. Άρα έχουμε την περίπτωση καταγραφής ελαττωμάτων του προϊόντος ή της υπηρεσίας και θα πρέπει να κατασκευάσουμε ένα διάγραμμα τύπου c.

**Βήμα 1: Υπολογισμός της μέσης τιμής των ελαττωμάτων ανά ημέρα.**



**Βήμα 2: Υπολογισμός των ορίων του διαγράμματος ελέγχου.**





**Βήμα 3: Σχεδιάζω το διάγραμμα ελέγχου.**

|  |
| --- |
| Σχήμα 4. |
|  |

**Βήμα 4: Ερμηνεία του διαγράμματος ελέγχου.**

Όπως είναι φανερό από το διάγραμμα ελέγχου υπάρχουν τιμές εκτός των ορίων του διαγράμματος και θα πρέπει να διερευνηθούν οι αιτίες που προκαλούν αυτή την απόκλιση.

# 10 . Διαγράμματα διαδοχικών τιμών

Η συνεχής γραφική απεικόνιση των δεδομένων μιας διεργασίας σε συνάρτηση με το χρόνο ονομάζεται διάγραμμα διαδοχικών τιμών (run chart). Σε αυτό το διάγραμμα τοποθετούμε τα δεδομένα με τη σειρά με την οποία τα εξετάζουμε χρονικά και με αυτόν τον τρόπο αποκαλύπτονται σημαντικά στοιχεία της ελεγχόμενης διεργασίας.

Συνήθως η χρήση του διαγράμματος διαδοχικών τιμών αποτελεί το αρχικό στάδιο της ανάλυσης δεδομένων δίνοντας περισσότερες πληροφορίες, πέρα από μέση τιμή και την τυπική απόκλιση. Το διάγραμμα αποκαλύπτει τάσεις ανοδικές ή καθοδικές, περιοδικά φαινόμενα και γενικά ασυνήθιστες καταστάσεις της εξεταζόμενης διεργασίας. Τέλος θα λέγαμε ότι το διάγραμμα διαδοχικών τιμών αποτελεί τον πρόδρομο των διαγραμμάτων ελέγχου, που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα φροντιστήρια.

## Κατασκευή του διαγράμματος διαδοχικών τιμών

* Συλλέγουμε τα δεδομένα της διεργασίας σε συνάρτηση με το χρόνο και τα καταγράφουμε τηρώντας αυστηρά τη σειρά παρατήρησης.
* Υπολογίζουμε το ημιάθροισμα των δυο ακραίων τιμών (μεγαλύτερης και μικρότερης) ή τη διάμεσο των τιμών, το οποίο αντιπροσωπεύει την κεντρική γραμμή του διαγράμματος ενώ η διαφορά των δυο τιμών δίνει την αίσθηση της έκτασης του διαγράμματος στον κατακόρυφο άξονα.
* Τοποθετούμε όλες τις μετρήσεις πάνω στο διάγραμμα με τη σειρά με την οποία τις καταγράψαμε και τα ενώνουμε τα σημεία που προκύπτουν με μια τεθλασμένη γραμμή.
* Τέλος, μετά την κατασκευή του διαγράμματος, προχωρούμε στην ερμηνεία του αναζητώντας ασυνήθιστες καταστάσεις και μοτίβα.

## Χρήση του Minitab

* Αφού συλλέξουμε τα δεδομένα από την ελεγχόμενη διεργασία τα καταγράφουμε σε μια στήλη του φύλλου εργασίας του Minitab.
* Επιλέγουμε την επιλογή Stat 🡪 Quality Tools 🡪 Run Chart
* Στο αναδυόμενο παράθυρο διαλόγου, στη ρύθμιση Single column δίνουμε τη στήλη η οποία περιέχει τα δεδομένα ενώ στη ρύθμιση Subgroup size δίνουμε την τιμή 1.
* Τέλος, πατώντας το OK, παίρνουμε το επιθυμητό διάγραμμα.

Παράδειγμα

Έστω μια διεργασία πίεσης δοχείων με σκοπό τον έλεγχο της τιμής της πίεσης η οποία προκαλεί την καταστροφή των δοχείων. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων δίνονται στον ακόλουθο πίνακα δεδομένων.

|  |
| --- |
| **Πίνακας με τις μετρήσεις** |
| 185 | 192 | 196 | 189 | 190 | 192 |
| 194 | 189 | 192 | 191 | 188 | 190 |
| 187 | 190 | 190 | 188 | 181 | 189 |
| 187 | 190 | 188 | 186 | 188 | 186 |

*Πίνακας 4.*

Κατασκευάστε, χρησιμοποιώντας το λογισμικό Minitab, το διάγραμμα διαδοχικών τιμών και δώστε την κατάλληλη ερμηνεία.

Απάντηση

* Αφού εκκινήσουμε το λογισμικό Minitab, τοποθετούμε τα δεδομένα του πίνακα στη στήλη C1 του φύλλου εργασίας.
* Στη συνέχεια επιλέγουμε την επιλογή Stat 🡪 Quality Tools 🡪 Run Chart και στο παράθυρο που διαλόγου που αναδύεται και στη ρύθμιση Single column δίνουμε τη στήλη C1 η οποία περιέχει τα δεδομένα ενώ στη ρύθμιση Subgroup size δίνουμε την τιμή 1. Πατώντας το ΟΚ παίρνουμε το ακόλουθο διάγραμμα.

Σχήμα 5.

* Η παρατήρηση του διαγράμματος αποκαλύπτει ότι τα δεδομένα παρουσιάζουν μια καθοδική τάση σε συνάρτηση με το χρόνο, η οποία πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω για τον εντοπισμό των αιτίων που την προκαλούν.

Άσκηση

Έστω ότι ο ακόλουθος πίνακας περιέχει τις πωλήσεις μιας αντιπροσωπείας αυτοκινήτων σε μια πόλη ανά μήνα.

|  |
| --- |
| **Πίνακας με τις πωλήσεις** |
| 250 | 220 | 240 | 251 |
| 160 | 148 | 137 | 156 |
| 152 | 150 | 146 | 162 |
| 165 | 162 | 165 | 144 |

*Πίνακας 5.*

Κατασκευάστε χρησιμοποιώντας το λογισμικό Minitab το διάγραμμα διαδοχικών τιμών και δώστε την κατάλληλη ερμηνεία.

**Τέλος ενότητας.**

Επεξεργασία: «Χρήστος Μέγας»

