



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2021-2022

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ:

Προηγμένα Εργαλεία και Μέθοδοι για τον Έλεγχο της Ποιότητας [ΔΠ 60]

1η ΓΡΑΠΤΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Προσοχή: Οι απαντήσεις των ασκήσεων πρέπει να υποβληθούν στον ιστότοπο της ΔΠ60 μέχρι την Τετάρτη 10 Νοεμβρίου 2021.

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΩΣΤΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΤΗΣ 1ης ΓΡΑΠΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Για να εκπονήσετε σωστά την εργασία αυτή, θα πρέπει να έχετε εμπεδώσει την ύλη των Κεφαλαίων 1, 2, 3 και 4 του Τόμου Α', καθώς επίσης και τις ενότητες 3.3, 3.4, 4.9 και 4.10 του Τευχιδίου Α'. Η σειρά των θεμάτων και των ερωτημάτων δεν ακολουθεί απαραίτητα τη σειρά των περιεχομένων του εκπαιδευτικού υλικού.
2. Οι απαντήσεις σας στα ερωτήματα πρέπει να περιέχουν πλήρη αιτιολόγηση (όπου ζητείται) και να είναι είτε δακτυλογραφημένες είτε καθαρογραμμένες ώστε να μπορεί να τις διαβάσει εύκολα ο Καθηγητής Σύμβουλος. Μη γράφετε περισσότερα από αυτά που ζητούνται στο θέμα, αφού τα επιπλέον, αν μεν είναι σωστά δεν λαμβάνονται υπ' όψιν, αν όμως είναι λάθος, επηρεάζουν αρνητικά τη βαθμολογία του θέματος.
3. Για τις απαντήσεις όλων των Θεμάτων θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε το **φύλλο απαντήσεων** που σας έχει σταλεί μαζί με τα θέματα. Οι κενοί χώροι που έχουν αφεθεί για κάθε ερώτημα είναι αρκετοί για να διατυπωθούν τα ζητούμενα. Στις απαντήσεις στα Θέματα 5, 6 και 7 προσαρτήστε εκτυπώσεις από το MINITAB, όπου αυτό ζητείται, με χρήση των διαδικασιών «αντιγραφή-επικόλληση» των windows.
4. Επιτρέπεται η χρήση του MINITAB **εκτός από τις περιπτώσεις που υποδεικνύεται η μη χρήση του**. Στα ερωτήματα που κάνετε χρήση του πακέτου MINITAB πρέπει να προσδιορίζετε πλήρως τη σχετική διαδικασία του MINITAB που ακολουθήσατε.
5. Στον καθηγητή-σύμβουλο θα πρέπει να υποβάλλετε **μόνο το φύλλο απαντήσεων** και όχι τις εκφωνήσεις των θεμάτων της Γραπτής εργασίας. **Μην αποστέλλετε τους πίνακες δεδομένων** που δίνονται στην εκφώνηση της Άσκησης που διαπραγματεύεστε κάθε φορά.
6. **Μαζί με το φύλλο απαντήσεων, θα πρέπει να υποβάλλετε για καθένα από τα θέματα 5, 6 και 7 το project (αρχείο .mprj) του MINITAB που χρησιμοποιήσατε.** Το υλικό αυτό (το οποίο δεν επιστρέφεται από τον καθηγητή-σύμβουλο στον φοιτητή) χρησιμοποιείται για να εντοπισθούν πιθανές λανθασμένες επιλογές, σε περίπτωση που τα outputs που υποβλήθηκαν δεν είναι σωστά και να ενημερωθεί σχετικά ο φοιτητής.
7. Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείτε το MINITAB και υπάρχουν παράμετροι που μπορούν να μεταβληθούν από τον χρήστη, θα πρέπει να φροντίζετε οι επιλογές που θα κάνετε να σας οδηγούν σε αποτελέσματα **τα οποία να αντιστοιχούν στη μεθοδολογία που παρουσιάζεται στο διδακτικό υλικό της ΔΙΠ60.** Σε περίπτωση που επιλέξετε κάποια διαφορετική τιμή θα πρέπει να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ: Σε κάθε θέμα δηλώνεται η συνολική του βαθμολογία (σύνολο μονάδων για ολόκληρη τη γραπτή εργασία: 100). Στα θέματα 5, 6 και 7 οι μονάδες που αντιστοιχούν σε κάθε ερώτημα χωριστά δίνονται μέσα σε παρένθεση.

ΘΕΜΑ 1^ο [Μονάδες 10 – μία μονάδα για κάθε ερώτηση]

Δώστε την κατάλληλη απάντηση (ΣΩΣΤΗ ή ΛΑΘΟΣ) στις παρακάτω προτάσεις.

Αιτιολογήστε σύντομα μόνο τις απαντήσεις στις οποίες επιλέξατε ΛΑΘΟΣ.

1. Οι δείκτες τρέχουσας επίδοσης της διεργασίας είναι δείκτες που συγκρίνουν το εύρος των προδιαγραφών της παραγωγικής διεργασίας με την απόδοση αυτής.
2. Σε διεργασίες μεγάλης μέσης τιμής p , θα πρέπει υποχρεωτικά για την εφαρμογή ενός ΔΕ p να λαμβάνονται δείγματα μεγάλου μεγέθους ώστε να παρατηρούνται ορισμένες απορριπτόμενες μονάδες ανά δείγμα.
3. Αν η μέση τιμή της διεργασίας αυξηθεί κατά δ τυπικές αποκλίσεις από την αρχική της τιμή, τότε ο κίνδυνος να μην γίνει αντιληπτή η μεταβολή αυτή είναι μεγαλύτερη έναντι του αντίστοιχου κινδύνου να μην γίνει αντιληπτή μία μείωση της μέσης τιμής της διεργασίας κατά δ τυπικές αποκλίσεις.
4. Το ρίσκο α και το ρίσκο β είναι δύο συμπληρωματικές πιθανότητες.
5. Σκοπός της χρήσης διαγραμμάτων ελέγχου κινούμενων σημείων είναι ο γρήγορος εντοπισμός σημαντικών διαφορών μεταξύ κοντινών παρατηρήσεων.
6. Τα ΔΕ EWMA θεωρούνται καταλληλότερα από τα ΔΕ τύπου Shewhart στην περίπτωση που η κατανομή του υπό μελέτη χαρακτηριστικού ποιότητας παρουσιάζει σημαντικές αποκλίσεις από το πρότυπο της Κανονικής κατανομής.
7. Όταν μια παραγωγική διεργασία είναι ορθή και πιστή τότε είναι εντός ελέγχου.
8. Ο δείκτης C_p λαμβάνει υπόψη του τη μέση τιμή του χαρακτηριστικού ποιότητας που μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε.
9. Μια διεργασία βρίσκεται υπό στατιστικό έλεγχο και έχει ικανότητα 12 σ , ενώ το ΑΟΠ είναι ίσο με $\lambda+3\sigma$ και το ΚΟΠ είναι ίσο με $\lambda-3\sigma$. Σε αυτή την περίπτωση ο δείκτης C_p είναι ίσος με 2.
10. Ως ορθή διεργασία χαρακτηρίζεται μια παραγωγική διεργασία της οποίας η διασπορά είναι πολύ κοντά στα όρια προδιαγραφών της παραγωγικής διεργασίας.

ΘΕΜΑ 2^ο [Μονάδες 10 – μία μονάδα για κάθε ερώτηση]

Δώστε την κατάλληλη απάντηση (ΣΩΣΤΗ ή ΛΑΘΟΣ) στις παρακάτω προτάσεις.

Αιτιολογήστε σύντομα μόνο τις απαντήσεις στις οποίες επιλέξατε ΛΑΘΟΣ.

1. Ο δείκτης Δυνατότητας Διεργασίας είναι ανάλογος της Ικανότητας της Διεργασίας.
2. Η σωστή χρήση του διαγράμματος ελέγχου ιδιοτήτων c προϋποθέτει ότι η εμφάνιση ενός συμβάντος είναι ιδιαίτερα συχνή και ότι το δείγμα που ελέγχουμε κάθε φορά είναι σταθερού μεγέθους.
3. Στα διαγράμματα ελέγχου κινούμενου εύρους υπάρχει αυτοσυσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων που χρησιμοποιούνται.
4. Σε περιπτώσεις που η μέση τιμή της διεργασίας μεταβάλλεται κατά γ τυπικές αποκλίσεις από την αρχική της τιμή, ο κίνδυνος να μην γίνει αντιληπτή η μεταβολή αυτή δεν εξαρτάται από τα όρια ελέγχου του διαγράμματος που εφαρμόζεται, αλλά μόνο από την παράμετρο γ .
5. Οι τιμές που απεικονίζονται σε ένα διάγραμμα ελέγχου u είναι υποχρεωτικά φυσικοί αριθμοί.
6. Το Διάγραμμα Ελέγχου I είναι ισοδύναμο με το Διάγραμμα Ελέγχου EWMA, όταν η τιμή της παραμέτρου r είναι ίση με τη μονάδα.
7. Όταν η διασπορά της διεργασίας είναι μεγάλη και η μέση της τιμή είναι μικρή, τότε η διεργασία είναι ορθή αλλά όχι πιστή.
8. Στην περίπτωση ΔΕ μεμονωμένων παρατηρήσεων είναι απαραίτητο να ελέγξουμε αν ισχύει η υπόθεση της κανονικότητας για την υπό μελέτη μεταβλητή.
9. Με τον όρο «Ορθολογικά επιλεγμένες υποομάδες» περιγράφουμε τη διαδικασία λήψης δειγμάτων από μια παραγωγική διεργασία με σκοπό να επιτύχουμε τη μεγιστοποίηση της εσωτερικής μεταβλητότητας των δειγμάτων που λαμβάνονται.
10. Οι κανόνες ροών (μοτίβων) αυξάνουν την ευαισθησία των Διαγραμμάτων Ελέγχου (ΔΕ), μειώνοντας ταυτόχρονα την πιθανότητα εσφαλμένων συναγερμών για εκτός ελέγχου διεργασία.

ΘΕΜΑ 3^ο [Μονάδες 10 – μία μονάδα για κάθε ερώτηση]

Διαλέξτε μία από τις έξι επιλογές που δίνονται σε κάθε ερώτηση, αιτιολογώντας πολύ σύντομα την επιλογή σας.

1. Σε ένα εργαστήριο πρωτοτυποποίησης μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης των αντικειμένων, λαμβάνεται εβδομαδιαίως ένα τυχαίο δείγμα (διαφορετικού μεγέθους κάθε εβδομάδα) από τρισδιάστατες εκτυπώσεις. Σε κάθε δείγμα εκτυπώσεων που λαμβάνεται, καταγράφεται ο αριθμός των ελαττωματικών σημείων λόγω εκτύπωσης κακής ποιότητας. Το πλέον κατάλληλο ΔΕ για τον έλεγχο της παραγωγής είναι το διάγραμμα:

α. p β. I γ. np δ. u ε. D στ. c

2. Σε ένα εργαστήριο παρασκευής καραμελών βουτύρου, λαμβάνεται κάθε ώρα ένα τυχαίο δείγμα 10 προϊόντων και ελέγχεται το περιεχόμενο ως προς τη παρουσία μη επιθυμητών συστατικών. Το πλέον κατάλληλο ΔΕ για τον έλεγχο του αριθμού των προϊόντων στα οποία ανιχνεύθηκαν μη επιθυμητά συστατικά είναι το διάγραμμα:

α. p β. I γ. np δ. s ε. D στ. X

3. Ο υπεύθυνος ποιότητας ενός εργαστηρίου μετατροπής συμβατικών ποδηλάτων σε ηλεκτροκίνητα ποδήλατα ελέγχει εβδομαδιαίως έναν μη σταθερό αριθμό περιπτώσεων μετατροπής και καταγράφει τον αριθμό των περιπτώσεων στις οποίες το κόστος υπερέβη τον αρχικό προϋπολογισμό. Το πλέον κατάλληλο ΔΕ για τον έλεγχο του αριθμού των περιπτώσεων στις οποίες το κόστος υπερέβη τον αρχικό προϋπολογισμό είναι το διάγραμμα:

α. p β. c γ. np δ. u ε. D στ. s

4. Ο υπεύθυνος ποιότητας ενός εργαστηρίου μετατροπής συμβατικών ποδηλάτων σε ηλεκτροκίνητα ποδήλατα ελέγχει εβδομαδιαίως 10 περιπτώσεις μετατροπής και καταγράφει τον αριθμό των περιπτώσεων στις οποίες το κόστος υπερέβη τον αρχικό προϋπολογισμό. Το πλέον κατάλληλο ΔΕ για τον έλεγχο του αριθμού των περιπτώσεων στις οποίες το κόστος υπερέβη τον αρχικό προϋπολογισμό είναι το διάγραμμα:

α. p β. c γ. np δ. u ε. D στ. s

5. Σε εβδομαδιαία βάση καταγράφεται ο αριθμός των τροχαίων ατυχημάτων σε κάποια τμήματα διαφορετικού μήκους της Εθνικής Οδού Αθηνών-Θεσσαλονίκης. Το πλέον κατάλληλο ΔΕ για τον έλεγχο του εβδομαδιαίου αριθμού τροχαίων ατυχημάτων είναι το διάγραμμα:

α. p β. c γ. np δ. u ε. D στ. s

6. Σε εβδομαδιαία βάση καταγράφεται ο αριθμός των τροχαίων ατυχημάτων σε συγκεκριμένο τμήμα (σταθερού μήκους) της Εθνικής Οδού Αθηνών-Θεσσαλονίκης. Το πλέον κατάλληλο ΔΕ για τον έλεγχο του εβδομαδιαίου αριθμού τροχαίων ατυχημάτων είναι το διάγραμμα:

α. p β. c γ. np δ. u ε. D στ. s

7. Εργαστήριο βιοϊατρικής απεικόνισης μετρά ημερησίως την οστική πυκνότητα σε 100 άτομα. Από τις καταγραφές κάθε ημέρας λαμβάνεται δείγμα 25 ατόμων για τα οποία μετριέται εκ νέου η οστική τους πυκνότητα και καταγράφονται οι νέες τιμές. Το πλέον κατάλληλο ΔΕ για την παρακολούθηση της παραπάνω διεργασίας είναι το διάγραμμα:

α. $\bar{X} - R$ β. $\bar{X} - s$ γ. $I - MR$ δ. p ε. np στ. u

8. Εργαστήριο βιοϊατρικής απεικόνισης μετρά την οστική πυκνότητα σε άτομα που πάσχουν από οστεοπόρωση. Από τις καταγραφές κάθε ώρας λαμβάνεται τυχαία ένα άτομο για το οποίο μετριέται εκ νέου η οστική του πυκνότητα και καταγράφεται η νέα τιμή. Το πλέον κατάλληλο ΔΕ για την παρακολούθηση της παραπάνω διεργασίας είναι το διάγραμμα:

α. $\bar{X} - R$ β. $\bar{X} - s$ γ. $I - MR$ δ. p ε. np στ. u

9. Εργαστήριο βιοϊατρικής απεικόνισης μετρά ημερησίως την οστική πυκνότητα σε 100 άτομα. Από τις καταγραφές κάθε ημέρας λαμβάνεται δείγμα 5 ατόμων για τα οποία μετριέται εκ νέου η οστική τους πυκνότητα και καταγράφονται οι νέες τιμές. Το πλέον κατάλληλο ΔΕ για την παρακολούθηση της παραπάνω διεργασίας είναι το διάγραμμα:

α. $\bar{X} - R$ β. $\bar{X} - s$ γ. $I - MR$ δ. p ε. np στ. u

10. Ένα εργοστάσιο επεξεργάζεται ξύλινες επιφάνειες διαφορετικού εμβαδού για κατασκευή επίπλων κουζίνας. Οι επεξεργασμένες επιφάνειες ελέγχονται και καταγράφεται ο αριθμός των ρόζων που εμφανίζονται. Το πλέον κατάλληλο ΔΕ για την παρακολούθηση της παραπάνω διεργασίας είναι το διάγραμμα:

α. $\bar{X} - R$ β. $\bar{X} - s$ γ. $I - MR$ δ. p ε. np στ. u

ΘΕΜΑ 4^ο [Μονάδες 10 - μία μονάδα για κάθε ερώτηση]

Διαλέξτε μία από τις έξι επιλογές που δίνονται σε κάθε ερώτηση, αιτιολογώντας πολύ σύντομα την επιλογή σας.

Μια εταιρεία που κατασκευάζει χειρουργικά εργαλεία, παράγει μία αιμοστατική ανοξείδωτη λαβίδα. Ο συγκεκριμένος τύπος λαβίδας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές, έχει μήκος 14 εκατοστά, ενώ η μέγιστη επιτρεπόμενη ανοχή ορίζεται στα ± 0.2 εκατοστά. Ο υπεύθυνος ποιότητας της εταιρείας επιθυμεί να ελέγξει την ικανότητα της μονάδας παραγωγής. Για το σκοπό αυτό, σε διάστημα μιας ημέρας (και ενώ η παραγωγική διεργασία είναι υπό αυστηρή επιτήρηση) λαμβάνεται τυχαίο δείγμα 24 αιμοστατικών λαβίδων (μία λαβίδα κάθε ώρα). Γνωρίζουμε ότι το μήκος της αιμοστατικής λαβίδας είναι τυχαία μεταβλητή που ακολουθεί την Κανονική κατανομή. Επιπροσθέτως, βάσει των δειγματικών μετρήσεων το εκτιμώμενο μέσο μήκος των λαβίδων που παράγονται είναι ίσο με 14.1 εκατοστά, ενώ η αντίστοιχη εκτιμώμενη τυπική απόκλιση είναι ίση με 0.04 εκατοστά.

- Ο υπεύθυνος ποιότητας γνωρίζει ότι τα όρια προδιαγραφών για την παραγωγή της αιμοστατικής ανοξείδωτης λαβίδας είναι

α. συμμετρικά ως προς τη δειγματική μέση τιμή.	β. συμμετρικά ως προς την τιμή στόχο.	γ. συμμετρικά ως προς τη διασπορά.
δ. ικανοποιητικά.	ε. μη ικανοποιητικά.	στ. αποδοτικά.
- Τα όρια προδιαγραφών για την παραγωγή της αιμοστατικής ανοξείδωτης λαβίδας είναι ίσα με

α. 13.50, 14.50	β. 13.75, 14.75	γ. 13.80, 14.20
δ. 13.25, 14.25	ε. 13.96, 14.04	στ. 13.90, 14.10
- Ο δείκτης δυνατότητας διεργασίας C_p είναι ίσος με

α. 1.00	β. 0.83	γ. 0.16
δ. 1.67	ε. 1.33	στ. 0.20
- Ο δείκτης τρέχουσας επίδοσης C_{pk} είναι ίσος με

α. 1.33	β. 1.00	γ. 1.67
δ. 1.83	ε. 0.83	στ. 0.16
- Βάσει των παραπάνω, η παραγωγική διεργασία αιμοστατικών ανοξείδωτων λαβίδων χαρακτηρίζεται ως

α. αποδεκτή και πιστή	β. μη πιστή και αποδεκτή	γ. πιστή και εντός ελέγχου
δ. ορθή και αποδεκτή	ε. εκτός ελέγχου και αποδεκτή	στ. μη ορθή και μη αποδεκτή

6. Υποθέτοντας ότι η μέση τιμή της παραγωγικής διεργασίας των αιμοστατικών ανοξειδωτων λαβίδων παραμένει σταθερή, τότε προκειμένου ο δείκτης τρέχουσας επίδοσης C_{pk} να λάβει την ελάχιστη αποδεκτή τιμή, θα πρέπει η τυπική απόκλιση της διεργασίας να λάβει την τιμή
- | | | |
|----------|----------|-----------|
| α. 0.040 | β. 0.000 | γ. 0.002 |
| δ. 0.250 | ε. 0.025 | στ. 0.020 |
7. Ο υπεύθυνος ποιότητας επιθυμεί να αυξηθεί ο δείκτης δυνατότητας διεργασίας C_p της παραγωγικής διεργασίας των αιμοστατικών ανοξειδωτων λαβίδων. Για το σκοπό αυτό, αρκεί να
- | | | |
|--|--|--|
| α. αυξηθεί η τιμή στόχος της διεργασίας. | β. μειωθεί η τυπική απόκλιση της διεργασίας. | β. αυξηθεί το εύρος προδιαγραφών της διεργασίας. |
| δ. αυξηθεί το εύρος προδιαγραφών και να παραμείνει σταθερή η τυπική απόκλιση της διεργασίας. | ε. αυξηθεί η τυπική απόκλιση της διεργασίας και να παραμείνει σταθερό το εύρος προδιαγραφών. | στ. μειωθεί η τιμή στόχος της διεργασίας και να παραμείνει σταθερή η τυπική απόκλιση της διεργασίας. |
8. Η πιθανότητα να παραχθεί μία αιμοστατική ανοξειδωτη λαβίδα εκτός των ορίων προδιαγραφών είναι ίση με
- | | | |
|----------|----------|-----------|
| α. 0.001 | β. 0.003 | γ. 0.006 |
| δ. 0.010 | ε. 0.030 | στ. 0.060 |
9. Η πιθανότητα να παραχθεί μία αιμοστατική ανοξειδωτη λαβίδα με μήκος μεγαλύτερο της τιμής στόχου είναι ίση με
- | | | |
|----------|----------|-----------|
| α. 0.999 | β. 0.994 | γ. 0.950 |
| δ. 0.909 | ε. 0.000 | στ. 0.050 |
10. Το πλέον κατάλληλο ΔΕ για τον έλεγχο της μεταβλητότητας της παραγωγικής διεργασίας των αιμοστατικών ανοξειδωτων λαβίδων είναι το διάγραμμα
- | | | | | | |
|--------------|--------|--------------|---------|--------|-----------|
| α. $\bar{s}$ | β. R | γ. $\bar{u}$ | δ. MR | ε. D | στ. s^2 |
|--------------|--------|--------------|---------|--------|-----------|

ΘΕΜΑ 5^ο [Μονάδες 20]

Η επεξεργασία των ερωτημάτων του θέματος να γίνει αναλυτικά (χωρίς τη χρήση του πακέτου MINITAB). Στους υπολογισμούς να χρησιμοποιηθούν 3 δεκαδικά ψηφία.

Εταιρεία κατασκευάζει φορητούς ηλεκτροκαρδιογράφους τριών καναλιών με οθόνη υψηλής ανάλυσης. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατασκευής, η ενσωματωμένη μπαταρία ιόντων λιθίου του φορητού ηλεκτροκαρδιογράφου υποστηρίζει την αδιάλειπτη λειτουργία του για τουλάχιστον 120 λεπτά. Προκειμένου να μελετηθεί ο πραγματικός χρόνος αδιάλειπτης λειτουργίας των παραγόμενων ηλεκτροκαρδιογράφων, το τμήμα ποιοτικού ελέγχου συνέλεξε τυχαίο δείγμα 100 ηλεκτροκαρδιογράφων και κατέγραψε για κάθε έναν χωριστά το χρόνο αδιάλειπτης λειτουργίας του. Βάσει του δείγματος των 100 ηλεκτροκαρδιογράφων, ο μέσος χρόνος αδιάλειπτης λειτουργίας ενός ηλεκτροκαρδιογράφου εκτιμήθηκε ίσος με 110 λεπτά, ενώ η αντίστοιχη τυπική απόκλιση των μετρήσεων εκτιμήθηκε ίση με 15 λεπτά. Υποθέτοντας ότι η διεργασία ακολουθεί Κανονική κατανομή και χρησιμοποιώντας τις παραπάνω εκτιμήσεις των παραμέτρων, να απαντηθούν τα ακόλουθα ερωτήματα.

- α. Να υπολογισθεί (με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων) η πιθανότητα ο χρόνος αδιάλειπτης λειτουργίας ενός φορητού ηλεκτροκαρδιογράφου να βρίσκεται εντός των προδιαγραφών.
(Μονάδες 3)
- β. Να υπολογισθεί (με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων) η πιθανότητα, ανάμεσα σε σαράντα (40) τυχαία επιλεγόμενους φορητούς ηλεκτροκαρδιογράφους, ο χρόνος αδιάλειπτης λειτουργίας να υπερβεί τα 120 λεπτά το πολύ σε τέσσερις (4) εξ αυτών.
(Μονάδες 3)

- γ. Να υπολογισθεί (με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων) η πιθανότητα να απαιτηθεί η λήψη πέντε (5) φορητών ηλεκτροκαρδιογράφων έως ότου εντοπισθεί ένας ηλεκτροκαρδιογράφος του οποίου ο χρόνος αδιάλειπτης λειτουργίας να είναι εντός προδιαγραφών. **(Μονάδες 3)**
- δ. Να αναφερθούν οι δείκτες δυνατότητας και τρέχουσας επίδοσης διεργασίας που δύναται να υπολογισθούν αναφορικά με την υπό μελέτη διεργασία κατασκευής φορητών ηλεκτροκαρδιογράφων. Να υπολογισθούν (με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων) και να σχολιασθούν σύντομα οι τιμές των συγκεκριμένων δεικτών. **(Μονάδες 2)**
- ε. Υποθέτουμε ότι ο υπεύθυνος ποιότητας απαιτεί η αδιάλειπτη λειτουργία των φορητών ηλεκτροκαρδιογράφων, πέραν από το να διαρκεί τουλάχιστον 120 λεπτά, να μην υπερβαίνει και τα 150 λεπτά (για αποφυγή πιθανής υπερθέρμανσης του προϊόντος). Να προσδιορισθεί (με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων) η θεωρητική μέση τιμή για την οποία μεγιστοποιείται η πιθανότητα κατασκευής φορητών ηλεκτροκαρδιογράφων εντός των νέων προδιαγραφών. Στη συνέχεια να υπολογισθεί (με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων) η συγκεκριμένη πιθανότητα. **(Μονάδες 3)**
- στ. Ο υπεύθυνος ποιότητας απαιτεί η πιθανότητα όπως ο χρόνος αδιάλειπτης λειτουργίας ενός φορητού ηλεκτροκαρδιογράφου να βρίσκεται εντός των αρχικών προδιαγραφών να είναι τουλάχιστον ίση με 90%. Να προσδιορισθεί (με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων) η ελάχιστη τιμή του (θεωρητικού) μέσου που καλύπτει την παραπάνω απαίτηση του υπευθύνου ποιότητας, χρησιμοποιώντας την εκτιμηθείσα τιμή της τυπικής απόκλισης του δείγματος των 100 ηλεκτροκαρδιογράφων. **(Μονάδες 3)**
- ζ. Ο υπεύθυνος ποιότητας απαιτεί η πιθανότητα όπως ο χρόνος αδιάλειπτης λειτουργίας ενός φορητού ηλεκτροκαρδιογράφου να βρίσκεται εκτός των αρχικών προδιαγραφών να είναι τουλάχιστον ίση με 95%. Να προσδιορισθεί (με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων) η μέγιστη τιμή της (θεωρητικής) τυπικής απόκλισης που καλύπτει την παραπάνω απαίτηση του υπευθύνου ποιότητας, χρησιμοποιώντας την εκτιμηθείσα μέση τιμή του δείγματος των 100 ηλεκτροκαρδιογράφων. **(Μονάδες 3)**

ΘΕΜΑ 6^ο [Μονάδες 20]

Η επεξεργασία των ερωτημάτων του θέματος να γίνει με χρήση του πακέτου MINITAB (εκτός από τα σημεία όπου ζητείται να γίνει αναλυτικά), αναφέροντας πλήρως τη διαδικασία του πακέτου MINITAB που ακολουθήσατε. **Στους υπολογισμούς να χρησιμοποιηθούν 3 δεκαδικά ψηφία.**

Σε ένα εργαστήριο τρισδιάστατων απεικονίσεων και εκτυπώσεων λαμβάνεται ημερησίως δείγμα δέκα (10) εκτυπωμένων στερεών διαφόρων σχημάτων και μεγεθών. Στη συνέχεια τα εκτυπωμένα στερεά ελέγχονται με κατάλληλο τρισδιάστατο σαρωτή μη επαφής που χρησιμοποιεί αυτόματες μεθόδους φωτογραμμετρίας προκειμένου να ανιχνευθούν πιθανά ελαττώματα στην επιφάνεια των εκτυπωμένων στερεών. Στην περίπτωση που τα ελαττώματα στην επιφάνεια ενός στερεού είναι δύο (2) ή περισσότερα τότε το εκτυπωμένο στερεό χαρακτηρίζεται ως μη αποδεκτό. Στον Πίνακα 6.1 δίνεται η συνολική επιφάνεια που εξετάστηκε ημερησίως για χρονικό διάστημα 16 ημερών, καθώς και το συνολικό πλήθος ελαττωμάτων που καταγράφηκαν ανά ημερήσιο δείγμα. Επιπρόσθετα, δίνεται το πλήθος των μη αποδεκτών εκτυπωμένων στερεών ανά ημερήσιο δείγμα.

Πίνακας 6.1.

Ημέρα	Συνολική επιφάνεια που ελέγχθηκε (σε τετραγωνικά εκατοστά)	Πλήθος ελαττωμάτων	Πλήθος μη αποδεκτών εκτυπωμένων στερεών
1	4.81	5	1
2	5.06	7	2
3	4.47	5	1
4	4.64	6	2
5	4.64	6	3
6	3.94	7	2
7	4.91	8	1
8	4.84	9	4
9	4.16	6	2
10	4.91	7	1

11	5.12	6	1
12	4.34	8	3
13	4.56	7	2
14	4.12	6	1
15	5.32	8	2
16	3.99	8	3

- α. Να προσδιορισθεί το πλέον κατάλληλο ΔΕ για τον έλεγχο της διεργασίας ως προς το πλήθος των ελαττωμάτων που εντοπίζονται στην επιφάνεια των εκτυπωμένων στερεών. Αιτιολογήστε σύντομα την απάντησή σας. **(Μονάδες 3)**
- β. Να κατασκευασθεί το ΔΕ που προτάθηκε στο Ερώτημα (α) με χρήση του πακέτου MINITAB. Να προσδιορισθεί αν η παραγωγική διεργασία των εκτυπωμένων στερεών χαρακτηρίζεται εντός ελέγχου ή όχι. Αιτιολογήστε σύντομα την απάντησή σας. **(Μονάδες 3)**
- γ. Να υπολογισθούν αναλυτικά τα όρια ελέγχου του ΔΕ που προτάθηκε στο Ερώτημα (α) (χωρίς τη χρήση του πακέτου MINITAB). **(Μονάδες 4)**
- δ. Να προσδιορισθεί το πλέον κατάλληλο ΔΕ για τον έλεγχο της διεργασίας ως προς το πλήθος των μη αποδεκτών εκτυπωμένων στερεών που κατασκευάζονται. Αιτιολογήστε σύντομα την απάντησή σας. **(Μονάδες 3)**
- ε. Να κατασκευασθεί το ΔΕ που προτάθηκε στο Ερώτημα (δ) με χρήση του πακέτου MINITAB. Να προσδιορισθεί αν η παραγωγική διεργασία των εκτυπωμένων στερεών χαρακτηρίζεται εντός ελέγχου ή όχι. Αιτιολογήστε σύντομα την απάντησή σας. **(Μονάδες 3)**
- στ. Να υπολογισθούν αναλυτικά τα όρια ελέγχου του ΔΕ που προτάθηκε στο Ερώτημα (δ) (χωρίς τη χρήση του πακέτου MINITAB). **(Μονάδες 4)**

ΘΕΜΑ 7^ο [Μονάδες 20]

Η επεξεργασία των ερωτημάτων του θέματος να γίνει με χρήση του πακέτου MINITAB (εκτός από τα σημεία όπου ζητείται να γίνει αναλυτικά), αναφέροντας πλήρως τη διαδικασία του πακέτου MINITAB που ακολουθήσατε. **Στους υπολογισμούς να χρησιμοποιηθούν 3 δεκαδικά ψηφία.**

Εταιρεία ύδρευσης επιθυμεί να αξιολογήσει την ποιότητα των υπογείων υδάτων της περιοχής Α. Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιούνται ημερησίως δειγματοληψίες ύδατος μέσω άντλησης από συγκεκριμένη γεώτρηση της περιοχής και για χρονικό διάστημα 25 ημερών. Η συλλογή του ύδατος πραγματοποιείται σε φιάλες πολυαιθυλενίου χωρητικότητας 2 λίτρων. Τα δεδομένα του Πίνακα 7.1 αποτυπώνουν την ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου CaCO_3 (σε mg/L) που μετρήθηκε στο ημερήσιο δείγμα ύδατος σε κάθε μία εκ των 25 ημερών.

Πίνακας 7.1

Ημέρα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CaCO_3 (mg/L)	168.9	157.7	198.4	184.6	171.7	157.5	154.8	161.5	179.7	183.5
Ημέρα	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CaCO_3 (mg/L)	170.4	164.3	167.8	163.2	171.6	170.8	152.1	166.7	176.9	164.0
Ημέρα	21	22	23	24	25					
CaCO_3 (mg/L)	175.3	185.9	169.5	176.0	169.8					

- α. Να ελεγχθεί με χρήση του πακέτου MINITAB σε επίπεδο σημαντικότητας 5% αν οι μετρήσεις ανθρακικού ασβεστίου προέρχονται από Κανονική κατανομή. **(Μονάδες 3)**

- β. Να κατασκευασθούν με χρήση του πακέτου MINITAB δύο εναλλακτικά ΔΕ που δύναται να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση του υπό μελέτη χαρακτηριστικού, καθώς και ένα ΔΕ για την παρακολούθηση της μεταβλητότητας του. Επιπροσθέτως, να εκτιμηθεί η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της διεργασίας
(Μονάδες 4)
- γ. Να εντοπισθούν τυχόν εξωκείμενες τιμές βάσει των ΔΕ που κατασκευάσθηκαν στο Ερώτημα (β). Σε περίπτωση ύπαρξης εξωκείμενων τιμών, ζητείται να αφαιρεθούν οι εξωκείμενες τιμές που εντοπίσθηκαν. Στη συνέχεια, να κατασκευασθούν εκ νέου τα ΔΕ που είχαν προταθεί στο Ερώτημα (β) και να επανεκτιμηθούν τόσο η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της διεργασίας, όσο και τα όρια ελέγχου των διαγραμμάτων που εφαρμόσθηκαν. Να δοθεί σύντομος σχολιασμός των αποτελεσμάτων.
(Μονάδες 5)
- δ. Η εταιρεία ύδρευσης επιθυμεί να επαναξιολογήσει την ποιότητα των υπογείων υδάτων της περιοχής Α. Για το σκοπό αυτό, διενεργεί νέες ημερήσιες δειγματοληψίες ύδατος για χρονικό διάστημα 10 ημερών. Σε κάθε μία εκ των ημερών αυτών, η άντληση ύδατος πραγματοποιείται από 5 διαφορετικές γεωτρήσεις της περιοχής. Τα δεδομένα του Πίνακα 7.2 αποτυπώνουν την ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου CaCO_3 (σε mg/L) που μετρήθηκε σε κάθε ένα από τα 5 δείγματα ύδατος που αντλήθηκαν σε κάθε μία εκ των 10 ημερών.

Πίνακας 7.2.

Ημέρα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	177.500	175.965	175.728	175.336	175.577	176.032	175.619	176.318	176.106	175.371
	178.000	176.121	175.759	175.970	176.139	175.248	176.145	176.855	176.176	175.717
	175.817	178.215	175.865	176.225	175.725	176.297	176.911	177.434	177.728	176.267
	175.665	177.458	175.815	175.878	176.132	175.630	176.123	176.068	175.481	176.673
	176.965	175.785	176.012	176.148	175.196	175.865	175.922	176.127	175.426	175.662

Από κατάλληλη μελέτη Φάσης Ι, οι εκτιμήσεις των παραμέτρων για την ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου CaCO_3 είναι $\mu_0 = 175.61 \text{ mg/L}$ και $\sigma_0 = 0.364 \text{ mg/L}$. Χρησιμοποιώντας κατάλληλο ΔΕ τύπου Shewhart και τις μετρήσεις του Πίνακα 7.2, να εξετασθεί αν η διεργασία βρίσκεται εντός ελέγχου.
(Μονάδες 8)

Κ Α Λ Η Ε Π Ι Τ Υ Χ Ι Α