

ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ  
ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ:

## ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

---

ΔΕΥΤΕΡΗ ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΜΕΤΡΟΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

### ΑΣΚΗΣΗ 6

Τα βοηθήματα αυτά αναφέρονται σε επί μέρους θέματα των παραδόσεων του μαθήματος και αποσκοπούν στην υποστήριξη της μελέτης των σπουδαστών του ΕΜΠ που τις παρακολουθούν και αποτείνονται σ' αυτούς.

Η διανομή σε τρίτους, η αντιγραφή και η ανατύπωση ακόμη και τμήματος των βοηθημάτων αυτών αποτελούν δικαιώματα του ΕΜΠ και μόνο.

---

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**  
**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ**

| <b>Α/Α</b>       | <b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ</b> |
|------------------|-------------------|
| 1                | 100.00157         |
| 2                | 100.00163         |
| 3                | 100.00148         |
| 4                | 100.00162         |
| 5                | 100.00143         |
| 6                | 100.00146         |
| 7                | 100.00153         |
| 8                | 100.00160         |
| 9                | 100.00166         |
| 10               | 100.00161         |
| 11               | 100.00169         |
| 12               | 100.00170         |
| 13               | 100.00170         |
| 14               | 100.00176         |
| 15               | 100.00173         |
| 16               | 100.00174         |
| 17               | 100.00179         |
| 18               | 100.00179         |
| 19               | 100.00185         |
| 20               | 100.00184         |
| 21               | 100.00184         |
| 22               | 100.00189         |
| 23               | 100.00194         |
| 24               | 100.00196         |
| 25               | 100.00188         |
| 26               | 100.00189         |
| 27               | 100.00194         |
| 28               | 100.00192         |
| 29               | 100.00188         |
| 30               | 100.00189         |
| <b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ</b> | <b>100.00174</b>  |

## ΑΣΚΗΣΗ 6<sup>H</sup>

Μέτρηση πρότυπης ράβδου με την μηχανή μέτρησης CMM του διαπιστευμένου κατά το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO / IEC 17025 : 2005 Μετροτεχνικού Εργαστηρίου.

### ΘΕΜΑ ΑΣΚΗΣΕΩΣ

Υλοποιείται σειρά μετρήσεων σε πρότυπη ράβδο με τη μηχανή μέτρησης τριών αξόνων *Global CMM* του Μετροτεχνικού Εργαστηρίου και θα εξεταστούν τα παρακάτω στοιχεία:

1. Τα σφάλματα που υπεισέρχονται στην μέτρηση (Τυχαία, συστηματικά)
2. Το μήκος της πρότυπης ράβδου στη θερμοκρασία αναφοράς (20° C)
3. Η αβεβαιότητα της μέτρησης

Δίνονται τα εξής στοιχεία:

- Ονομαστικό μήκος πρότυπης ράβδου:  $X_0 = 100 \text{ mm}$ .
- Διακριβωμένο μήκος πρότυπης ράβδου:  $X = (100,00012 \pm 0,00014) \text{ mm}$
- Συντελεστής θερμικής διαστολής χάλυβα:  $a = 11.5 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- Θερμοκρασία πρότυπης ράβδου κατά τη διάρκεια της μέτρησης:  $\theta = 20,3 \text{ }^\circ\text{C}$
- Σφάλμα θερμομέτρου μέτρησης της θερμοκρασίας ράβδου:  $\Delta t = 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$
- Διαιρέτης k:
  1. Για ορθογωνική κατανομή  $k = \sqrt{3}$
  2. Για κανονική κατανομή  $k = 2$
- Αβεβαιότητα μηχανής CMM:  $U = 0,8 \text{ } \mu\text{m}$  με επίπεδο εμπιστοσύνης 95% υποθέτοντας κανονική κατανομή (από πιστοποιητικό διακρίβωσης)

### ΣΕΙΡΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

1. **Λήψη των μετρήσεων** με τη μηχανή CMM (calibration – τοποθέτηση δοκιμίου – δημιουργία προγράμματος μέτρησης – «τρέξιμο του προγράμματος» - διαστασιολόγηση.)

*\*βλ. Παράρτημα*

2. **Υπολογισμός της στατιστικής αβεβαιότητας Τύπου A** (τυχαία σφάλματα επαναληψιμότητας):

- a. Εκτίμηση της μέσης τιμής του μήκους της ράβδου:

$$\underline{\mu = 100,00174 \text{ mm}}$$

- b. Υπολογισμός της τυπικής αβεβαιότητας της παραπάνω εκτίμησης:

$$u_1 = \sigma_x \quad \text{όπου } \sigma_x \text{ η τυπική απόκλιση των 30 μετρήσεων:}$$

$$\underline{u_1 = \sigma_x = 0,000154 \text{ mm} = 154 \text{ nm}}$$

- c. Συμπλήρωση των αντίστοιχων πεδίων του Πίνακα 1

3. **Θερμοκρασιακές επιδράσεις:**

- a. Εκτίμηση του σφάλματος λόγω απόκλισης της θερμοκρασίας της ράβδου από τη θερμοκρασία αναφοράς:  $\Delta x_\theta = \alpha \cdot X_0 \cdot \Delta \theta$  (όπου  $\Delta \theta = 20 - \theta$  και  $\theta$  η θερμοκρασία μέτρησης):

$$\underline{\Delta x_\theta = - 0,00035 \text{ mm}}$$

- b. Υπολογισμός της τυπικής αβεβαιότητας της παραπάνω εκτίμησης υποθέτοντας ορθογωνική κατανομή του σφάλματος:

$$u_2 = \frac{a \cdot X_o \cdot \Delta t}{k} \quad \text{όπου } \pm \Delta t \text{ το σφάλμα του θερμομέτρου που δηλώνει ο κατασκευαστής}$$

και k ο διαιρέτης για ορθογωνική κατανομή:

$$u_2 = 0.000133mm = 133nm$$

- c. Συμπλήρωση των αντίστοιχων πεδίων του Πίνακα 1

4. **Αβεβαιότητα εξοπλισμού (CMM)**

- a. Υπολογισμός της τυπικής αβεβαιότητας εξοπλισμού:

$$u_3 = \frac{U}{k} \quad \text{όπου } U \text{ η διευρυμένη αβεβαιότητα που δηλώνει ο κατασκευαστής της CMM με επίπεδο εμπιστοσύνης 95\% υποθέτοντας κανονική κατανομή:}$$

$$u_3 = 0.0004mm = 400nm$$

- b. Συμπλήρωση των αντίστοιχων πεδίων του Πίνακα 1

5. **Υπολογισμός της συνδυασμένης τυπικής αβεβαιότητας ( $u_c$ ):**

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} \quad \text{και συμπλήρωση του αντίστοιχου πεδίου του Πίνακα 1:}$$

$$u_c = 0.000449mm = 449nm$$

6. **Υπολογισμός της διευρυμένης αβεβαιότητας (U):**

$$U = k \cdot u_c \quad \text{υποθέτοντας κανονική κατανομή με επίπεδο εμπιστοσύνης 95\%.}$$

$$U = 0.000898mm \approx 0.90\mu m$$

7. **Ισοζύγιο Αβεβαιότητας (ΠΙΝΑΚΑΣ 1)**

| ΠΗΓΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ                  | ΕΚΤΙΜΗΣΗ (mm) | ΤΥΠΙΚΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ (nm) |
|------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Επαναληψιμότητα                    |               |                         |
| Θερμοκρασιακές επιδράσεις          |               |                         |
| Αβεβαιότητα εξοπλισμού             |               |                         |
| Αποτέλεσμα μέτρησης                |               |                         |
| Συνδυασμένη αβεβαιότητα (nm)       |               |                         |
| Διευρυμένη Αβεβαιότητα ( $\mu m$ ) |               |                         |

8. **Δήλωση αποτελέσματος:**  $X = (\dots \pm \dots) \text{ mm}$

9. **Σχολιασμός/σύγκριση με διακριβωμένη τιμή ράβδου:**

.....

.....

.....

.....