



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

*Ανάπτυξη μεθόδου διακρίβωσης της
συγκριτικής μηχανής TESA UPC του
Μετροτεχνικού Εργαστηρίου Ε.Μ.Π.*

*Επιμέλεια διπλωματικής εργασίας:
Νικόλαος Ταχλιαμπούρης*

Επιβλέπων: Β. Λεώπουλος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Ευχαριστίες

Η διπλωματική αυτή εργασία έγινε στο πλαίσιο των σπουδών μου στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ υπό την επίβλεψη του κ. Βρασίδα Λεώπουλου, καθηγητή του Τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης και Επιχειρησιακής Έρευνας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, τον οποίο ευχαριστώ ιδιαίτερα για την ανάθεση της εργασίας και την πολύ σημαντική βοήθεια στην σύνταξή της.

Επίσης, ευχαριστώ θερμά τον κ. Γεώργιο Χατζηστέλιο, Διδάκτορα Μηχανολόγο Μηχανικό του ΕΜΠ για την συνεχή βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε αλλά και την ηθική στήριξη καθ'όλη τη διάρκεια της εργασίας.

Ευχαριστώ τους φίλους, τους γονείς και τα αδέρφια μου που με στήριζαν και με συμβούλευαν σε κάθε βήμα της φοιτητικής μου ζωής.

Τέλος ευχαριστώ από τα βάθη της καρδιάς μου την σύζυγό μου και τα παιδιά μου για την αγάπη την υπομονή και την συμπαράσταση που μου έδειξαν κατά την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας μου.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η μέθοδος διακρίβωσης της συγκριτικής μηχανής TESA UPC του Μετροτεχνικού Εργαστηρίου του Ε.Μ.Π.. Η εργασία αποτελείτε αρχικά από το θεωρητικό μέρος. Περιγράφεται το Μετροτεχνικό Εργαστήριο της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π. και συγκεκριμένα η Αίθουσα Ελεγχόμενων Συνθηκών, όπου βρίσκεται η TESA UPC. Επίσης, παρουσιάζονται οι τεχνικές απαιτήσεις του προτύπου EN ISO/IEC 17025:2005, με βάση το οποίο είναι διαπιστευμένο το Μετροτεχνικό Εργαστήριο. Παρατίθενται ακόμα στοιχεία για την διαδικασία διακρίβωσης πλακιδίων και στοιχεία θεωρίας που αφορούν την αβεβαιότητα. Έπειτα περιγράφεται η διαδικασία διακρίβωσης της μηχανής και τα αποτελέσματα τα όποια προέκυψαν από αυτή. Τέλος είναι το Παράρτημα Α στο οποίο περιγράφεται αναλυτικά βήμα βήμα η διαδικασία διακρίβωσης της TESA UPC .

Περιεχόμενα

<i>Ευχαριστίες</i>	3
<i>Περίληψη</i>	4
<i>Περιεχόμενα</i>	5
<i>Εισαγωγικά</i>	9
<i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</i>	10
<i>Μετροτεχνικό Εργαστήριο ΕΜΠ</i>	10
1.1 Γενικές πληροφορίες.....	10
1.2 Τα στελέχη.....	10
1.3 Είδη μετρήσεων.....	11
1.4 Οι εγκαταστάσεις.....	12
1.5 Εξοπλισμός.....	13
1.6 Μηχανές μετρήσεων.....	14
1.7 Βοηθητικός εξοπλισμός.....	15
1.8 Καταγραφικό Allmemo.....	16
<i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</i>	19
<i>ΜΕΤΡΟΛΟΓΙΑ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ</i>	19
2.1 Ορολογία Μετρολογίας - Έννοιες.....	19
2.2 Έλεγχος μετρήσεως.....	21
2.3 Συστήματα μονάδων.....	21
2.4 Πρωτότυπα και πρότυπα μέτρησης.....	23
2.5 Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας.....	24
2.6 Αρχή Abbe και Πρότυπο ISO 17025.....	25
2.7 Πρότυπο ISO 9001.....	28
<i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</i>	29

<i>Μηχανές μέτρησης μήκους πρότυπων πλακιδίων με τη μέθοδο της σύγκρισης</i>	
.....	29
3.1 Διακρίβωση πρότυπων πλακιδίων.....	29
Τι εννοούμε με τη φράση “διακρίβωση ενός οργάνου μέτρησης”;	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	39
<i>Όργανα Μέτρησης Μήκους</i>	39
4.1 Παχύμετρο	39
4.2 Μικρόμετρο	40
4.3 Πρότυπα πλακίδια (gage block ή slip gage)	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	45
Ποιότητα και Στατιστική στην Παραγωγή	45
5.1 Ποιότητα	45
5.2 Προδιαγραφές.....	46
5.3 Έλεγχος παραγωγής	48
5.4 Στατιστική στην παραγωγή.....	50
5.5 Μέση τιμή και τυπική απόκλιση δείγματος στοχαστικού μεγέθους.....	51
5.6 Κανονική κατανομή.....	53
5.7 Δείκτης Επαναληψιμότητας και Αναπαραγωγής μέτρησης	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	62
Αβεβαιότητα και Σφάλμα μέτρησης	62
6.1 Ακρίβεια και Αξιοπιστία	63
6.2 Πρότυπη αβεβαιότητα	64
6.3 Σημαντικά ψηφία και ακρίβεια οργάνων	65
6.4 Υπολογισμός Αβεβαιότητας	65
Κεφάλαιο 7	69
Περιγραφή της διαδικασίας	69
Αποτελέσματα μετρήσεων	72
Παράρτημα Α	76

<i>Αναφορές</i>	<i>55</i>
<i>Βιβλιογραφία</i>	<i>57</i>
<i>Βιβλία</i>	<i>57133</i>
<i>Διαδίκτυο</i>	<i>58</i>

Εισαγωγικά

Στόχος της διπλωματικής εργασίας με τίτλο «**Ανάπτυξη μεθόδου διακρίβωσης της συγκριτικής μηχανής TESA UPC του Μετροτεχνικού Εργαστηρίου Ε.Μ.Π.**» είναι η ανάπτυξη οδηγίας εργασίας για την διακρίβωση της μηχανής TESA UPC, αλλά και η διαδικασία των μετρήσεων βάσει της οποίας θα υπολογίζουμε την αβεβαιότητά της.

Η εργασία οργανώθηκε στα παρακάτω κεφάλαια για τα οποία γίνεται σύντομη αναφορά στο περιεχόμενό τους.

1. Στο 1^ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται το Μετροτεχνικό Εργαστήριο του ΕΜΠ στον χώρο όπου έγιναν οι απαραίτητες μετρήσεις. Γίνεται σύντομη αναφορά στον εξοπλισμό καθώς και στα χαρακτηριστικά του Χώρου Ελεγχόμενων Συνθηκών.
2. Στο 2^ο Κεφάλαιο υπάρχει μια σύντομη αναφορά στις απαραίτητες βασικές έννοιες ελέγχων καθώς και τα διεθνή συστήματα και πρότυπα μετρήσεων.
3. Στο 3^ο Κεφάλαιο πραγματοποιείται αναφορά στις μηχανές μέτρησης μήκους πρότυπων πλακιδίων με τη μέθοδο της σύγκρισης και ειδικότερα στη μηχανή TESA UPC η οποία αποτελεί αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας.
4. Στο 4^ο Κεφάλαιο εξηγείται ο τρόπος διαχωρισμού μεταξύ των πρωτοτύπων και πρότυπων μετρήσεων καθώς και στα όργανα μέτρησης που υπάρχουν, σε εργαστήρια και βιομηχανικούς χώρους.
5. Στο 5^ο Κεφάλαιο πραγματοποιείται αναφορά στην ποιότητα, στην έννοια της προδιαγραφής και του ελέγχου των παραγόμενων προϊόντων, με σύντομες αναφορές στην στατιστική και την αξιολόγηση των μετρήσεων
6. Στο 6^ο Κεφάλαιο πραγματοποιείται η απαραίτητη αναφορά στην έννοια της αβεβαιότητας και του σφάλματος της μέτρησης και παρουσιάζονται κάποιες βασικές έννοιες και αρχές, απαραίτητες για την κατανόηση πιο σύνθετων εννοιών αργότερα.
7. Στο 7^ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η μέθοδος διεξαγωγής των μετρήσεων στο εργαστήριο, παρατίθενται οι μετρήσεις καθώς και τα αποτελέσματα της επεξεργασίας τους. Πρέπει να επισημανθεί ότι η διαδικασία βασίζεται στο κεφάλαιο 16 του manual του προγράμματος της μηχανής "Calibrating the comparator" και του EAL-G21: Calibration of Gauge Block Comparators, 2nd edition: European cooperation for Accreditation of Laboratories και του DKD-R 4-1: Auswahl und Kalibrierung of Endmassmessgeräten zur Verwendung als Normalgeräte in Kalibrierlaboratorien, 1994, DKD

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Μετροτεχνικό Εργαστήριο ΕΜΠ

1.1 Γενικές πληροφορίες

Το Μετροτεχνικό Εργαστήριο του ΕΜΠ είναι μονάδα του ΕΜΠ και ιδρύθηκε το 1962. (ΦΕΚ αριθμός φύλλου 32, Τεύχος 1, 22/02/1962, Διάταγμα 132). Η αρχική εγκατάσταση ήταν στο ιστορικό κτίριο του ΕΜΠ από το οποίο μεταφέρθηκε το 1997 στις εγκαταστάσεις της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών στο Κτήριο Ν της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου

Το Μετροτεχνικό Εργαστήριο είναι ο σύνδεσμος μεταξύ διδασκαλίας και πρακτικής των μαθημάτων του Κύκλου Σπουδών του Μηχανικού Παραγωγής της Σχολής των Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ και έχει σημαντική παρουσία στον χώρο των μετρήσεων ακριβείας καθώς και έχει να επιδείξει μεγάλο ερευνητικό έργο. Με την ολοκλήρωση του χώρου ελεγχόμενων συνθηκών και τον εξοπλισμό του, το εργαστήριο έχει διαπιστευθεί κατά το πρότυπο **ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025 : 2005** ώστε να παρέχει υπηρεσίες δοκιμών στην βιομηχανία.

1.2 Τα στελέχη

Τα στελέχη του εργαστηρίου έχουν μεγάλη πείρα σε θέματα μη καταστροφικών ελέγχων ποιότητας και παρέχουν υπηρεσίες:

α. Σε **ερευνητικά έργα** όπου απαιτούνται μετρήσεις χαρακτηριστικών μεγάλης ακριβείας.

β. Σε **επιχειρήσεις** για την εκτέλεση μετρήσεων ακριβείας και τη δημιουργία εργαστηρίων μετρήσεων και ελέγχου των κατασκευών τους.

γ. Σε **κρατικούς οργανισμούς** και ιδιωτικές επιχειρήσεις με διενέργεια μετρήσεων ακριβείας, παροχή υποδείξεων και συμβουλών επί σχετικών θεμάτων ώστε να γίνεται δυνατή η μέτρηση και η βελτίωση της ποιότητας των μηχανουργικών και άλλων κατασκευών.

Επίσης είναι αξιοσημείωτη η παρουσία σε ερευνητικά έργα και σε έργα παροχής υπηρεσιών του ερευνητικού προσωπικού στους παρακάτω τομείς:

- Ανάπτυξη και εφαρμογή μεθοδολογιών προγραμματισμού έργων (**Project Management**).
- Εκπόνηση μελετών Διαχείρισης Κινδύνων (**Risk Management**) στο πλαίσιο της υλοποίησης στρατηγικών επιχειρησιακών αποφάσεων.

- Ανάπτυξη και εφαρμογή μεθοδολογιών Διαχείρισης Κινδύνων στον τομέα των Έργων (**Project Risk Management**)
- Ανάπτυξη και εφαρμογή μεθοδολογιών Διαχείρισης Κινδύνων στον τομέα των Συστημάτων Διαχείρισης Επιχειρησιακών Πόρων (**ERP Systems**).σε συνεργασία με τη Μονάδα Βιομηχανικού Λογισμικού του Εργαστηρίου Οργάνωσης Παραγωγής)

Σήμερα το δυναμικό του Μετροτεχνικού εργαστηρίου ΕΜΠ αποτελείται από τα παρακάτω στελέχη:

- Παππάς Ιωάννης - Ομ. Καθηγητής
- Λεώπουλος Βρασίδης (Διευθυντής του Εργαστηρίου) – Καθηγητής
- Κηρυττόπουλος Κωνσταντίνος – Επίκ. Καθηγητής
- Γεωργίου Αρίστος – ΕΕΔΙΠ
- Μπέλλος Ευάγγελος – ΙΔΑΧ – Διδάκτωρ Μηχανικός ΕΜΠ
- Τσόγκας Χαράλαμπος - ΙΔΑΧ – Διδάκτωρ Μηχανικός ΕΜΠ
- Χατζηστέλιος Γεώργιος – ΙΔΑΧ – Διδάκτωρ Μηχανικός ΕΜΠ
- Ρόκου Ελένη – Διδάκτωρ ΕΜΠ
- Χαμπηλομάτης Ευάγγελος – ΙΔΑΧ
- Γιαννακοπούλου Βασιλική-Ιωάννα –Υποψήφια Διδάκτωρ
- Σπυρούλη Βασιλική – Υποψήφια Διδάκτωρ

1.3 Είδη μετρήσεων

Στο Μετροτεχνικό Εργαστήριο ΕΜΠ μπορούν να γίνουν οι παρακάτω μετρήσεις:

1. Μετρήσεις τραχύτητας επιφανειών,
2. Μετρήσεις ακριβείας μήκους και γωνιών,
3. Μετρήσεις εξωτερικών διαστάσεων 0 x 600 mm,
4. Μετρήσεις εσωτερικών διαστάσεων 0,5 x 450 mm,
5. Μετρήσεις εσωτερικών και εξωτερικών σπειρωμάτων σύμφωνα με το ISO 286,
6. Μετρήσεις ελεγκτήρων αξόνων,
7. Μετρήσεις ελεγκτήρων τριμμάτων,
8. Έλεγχος επιπεδότητας και παραλληλότητας επιφανειών,
9. Έλεγχος κυκλικότητας, ομοαξονικότητας και κυλινδρικότητας αξόνων,

10. Έλεγχος οδοντωτών τροχών και σπειρωμάτων,
11. Έλεγχος αξόνων και τρυμάτων,
12. Έλεγχος συνέχειας των υλικών με υπερήχους,
13. Ανάστροφος σχεδιασμός εξαρτημάτων (reverse engineering)
14. Παραγωγή προτύπου μήκους με συμβολή μονοχρωματικού φωτός,
15. Μετρήσεις ελεγκτήρων σπειρωμάτων σύμφωνα με ANSI/ASME B1.2, BS 84, BS 919, DIN 13, ISO 228-1, DIN 40431.

1.4 Οι εγκαταστάσεις

Οι εγκαταστάσεις που διαθέτει το εργαστήριο είναι οι παρακάτω:

- 1: Γραφείο Διευθυντή Εργαστηρίου (Κτήριο Ε, 1^{ος} όροφος)
- 2: Γραφείου Υπευθύνου Ποιότητας (Κτήριο Ε, 1^{ος} όροφος)
- 3: Γραφείου Τεχνικού Υπευθύνου & Υπευθύνου Διαχείρισης Εξοπλισμού (Κτήριο Ν, 1^{ος} όροφος)
- 4: Γραφείο Υπευθύνου Εξυπηρέτησης Πελατών και Υπευθύνου Προμηθειών (Κτήριο Ν, ισόγειο)
- 5: Αίθουσα Ελεγχόμενων Συνθηκών (Κτήριο Ν, υπόγειο)
- 6: Βοηθητικός Χώρος Αίθουσας Ελεγχόμενων Συνθηκών (Κτήριο Ν, υπόγειο)
- 7: Χώρος Εργαστηριακών Ασκήσεων (Κτήριο Ν, υπόγειο)

Ειδικότερα για την **Αίθουσα Ελεγχόμενων Συνθηκών**, αυτή δημιουργήθηκε για διαστασιακές μετρήσεις ακριβείας καθώς και για την έκδοση πιστοποιητικών διακρίβωσης με καταγεγραμμένη την ακρίβεια των μετρήσεων και υπολογισμένη την αβεβαιότητά τους.

Η αίθουσα καλύπτει σε υψηλό βαθμό ιδανικές συνθήκες για **α. σταθερή θερμοκρασία, β. ελεγχόμενη υγρασία αέρα, γ. απαλλαγή από δονήσεις δ. καθαριότητα και απαλλαγή από σκόνη και ε. ευρυχωρία.**

Η θερμοκρασία ρυθμίζεται αυτόματα από σύστημα κλιματισμού. Η θερμοκρασία διατηρείται σε όριο δυνατών αποκλίσεων ± 0.5 °C από την κανονική θερμοκρασία των 20 °C. Οι τοίχοι τα δάπεδα και η οροφή είναι κατάλληλα θερμικά μονωμένα. Η εισαγωγή του θερμού ή του ψυχρού αέρα γίνεται από την οροφή ή το δάπεδο με μικρή ταχύτητα για την αποφυγή στροβιλισμών που έχουν ως αποτέλεσμα την ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο. Έχουν τοποθετηθεί θερμομέτρα ακριβείας σε διάφορα

σημεία του εργαστηρίου για έλεγχο του αυτόματου συστήματος ρύθμισης της θερμοκρασίας. Αν η σχέση υγρασίας αέρος υπερβαίνει το $50 \pm 2 \%$ τότε τα μηχανήματα θα διαβρωθούν. Προβλέπεται αυτόματη ρύθμιση υγρασίας από το σύστημα του κλιματισμού. Το σύστημα κλιματισμού έχει ενσωματωμένα φίλτρα ώστε να αφαιρείται η σκόνη από τον αέρα. Υπάρχει προθάλαμος εισόδου με σύστημα "air lock" με σκοπό την διατήρηση των ελεγχόμενων συνθηκών μετρήσεων στην αίθουσα του εργαστηρίου.

Η αίθουσα είναι **απαλλαγμένη από δονήσεις**, συνθήκη πολύ σημαντική για ακριβείς μετρήσεις. Η τοποθέτηση των μηχανημάτων είναι σε μονομπλόκ από τσιμέντο. Ελαφρές δονήσεις από το κτίριο στο πάτωμα με εύρος 1Hz - 100 Hz αποσβένονται από μονωτικά ISOLATOR μαξιλάρια κατασκευασμένα από μαλακό λάστιχο. Το αντικραδασμικό δάπεδο έχει διαστάσεις 4x4 m και είναι ανεξάρτητο από το υπόλοιπο κτίριο. Ο χώρος ελέγχεται για δονήσεις με επιταχυνσιόμετρα.

Στο χώρο επικρατεί **καθαριότητα και απαλλαγή από σκόνη** για να μη φθείρονται τα μηχανικά μέρη και δημιουργούνται ορατές γρατσουνιές. Τοποθετήθηκε αντιστατικό δάπεδο ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία σκόνης. Πάτωμα και οροφή είναι βαμμένα λευκά. Το δάπεδο έχει επίστρωση από αγωγίμο εποξειδικό σύστημα.

Υπάρχει **ευρυχωρία** για άνετη εργασία και διαθέσιμος χώρος για τα προς μέτρηση κομμάτια και όλα τα αντικείμενα που πρέπει να τοποθετούνται για ορισμένες ώρες στο χώρο ελεγχόμενων συνθηκών ώστε να επιτευχθεί εξίσωση θερμοκρασίας. Έχουν τοποθετηθεί δύο πάγκοι από γρανίτη βαρέως τύπου διαστάσεων 3x1x3 m.

Σαν οδηγός έχει χρησιμοποιηθεί η **Γερμανική Προδιαγραφή VDI/VDE 2627 Blatt 1**, που είναι η μοναδική προδιαγραφή για χώρους μετρήσεων στον κόσμο.

Ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στον έλεγχο των δύο βασικότερων περιβαλλοντικών παραμέτρων που επηρεάζουν τις **διαστασιακές μετρήσεις: τη θερμοκρασία και τις ταλαντώσεις.**

1.5 Εξοπλισμός

Το εργαστήριο διαθέτει όργανα και μηχανές ακριβείας μετρήσεως μηκών, γωνιών, ελέγχου επιπεδότητας και παραλληλότητας επιφανειών, συσκευή μετρήσεως τραχύτητας επιφανειών, όργανα ελέγχου κνωδάκων, οδοντωτών τροχών και σπειρωμάτων, σειράς ελεγκτήρων και αντελεγκτήρων, συσκευή ελέγχου της συνέχειας των υλικών με υπερήχους, συσκευή παραγωγής προτύπου μήκους με συμβολή μονοχρωματικού φωτός, κ.α.

Διαθέτει επίσης τις παρακάτω μηχανές:

- **Μετρητική μηχανή** τύπου Universal Μεγάλης Ακρίβειας (0-100)mm Απόλυτη μέτρηση (absolute measurement)
(100-640)mm Συγκριτική μέτρηση(differential measurement)
- **Μηχανή Μέτρησης Συντεταγμένων (CMM)** Ακριβείας (700X700X500)mm
- **TESA UPC** Gage Block Comparator
- **TESAVISIO 300 vision** μετρητικό σύστημα (300x200)mm (X-Y), 150mm (Z)
- **TESA-Hite 600** (0-600)mm measuring range, 0.020mm accuracy

1.6 Μηχανές μετρήσεων

Οι μηχανές μετρήσεων που διαθέτει το εργαστήριο είναι: 1) η Mahr ULM OPAL 600, 2) η μηχανή τρισδιάστατων μετρήσεων DEA CMM, 3) η TESA VISIO 300 και 4) η TESA UPC.

Φωτογραφίες μηχανημάτων εργαστηρίου:



Εικόνα 1: Mahr ULM OPAL 600



Εικόνα 2: DEA CMM



Εικόνα 3: TESA VISIO 300



Εικόνα 4: TESA UPC

1.7 Βοηθητικός εξοπλισμός

Στον βοηθητικό εξοπλισμό συγκαταλέγουμε τους αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας, Η/Υ, τους αισθητήρες καταγραφής συνθηκών, τα επιταχυνσιόμετρα, καθώς και τους συμπιεστές αέρα.

Εικόνα 5: Κεντρική στήλη αισθητήρων



Ο χώρος είναι εξοπλισμένος με εννέα αισθητήρες θερμοκρασίας. Οι 8 από αυτούς βρίσκονται στις τέσσερις γωνίες του χώρου, τέσσερις ψηλά και 4 χαμηλά. Ο ένατος βρίσκεται στο κέντρο του εργαστήριου πάνω στην κεντρική στήλη αισθητήρων. Στο εργαστήριο υπάρχει και ένας αισθητήρας υγρασίας που βρίσκεται και αυτός στην κεντρική στήλη αισθητήρων.

Όλοι οι αισθητήρες είναι συνδεδεμένοι με τον καταγραφέα δεδομένων, ο οποίος έχει δέκα κανάλια εισόδου. Τα σήματα των αισθητήρων που εισέρχονται στο data logger αποκωδικοποιούνται και με την βοήθεια Η/Υ καταγράφονται.

1.8 Καταγραφικό Allmemo

Η πολλαπλών εφαρμογών συσκευή Allmemo έχει τρεις ηλεκτρικά μονωμένες εισόδους, κατάλληλες για όλους τους αισθητήρες Allmemo. Υπάρχουν δώδεκα κανάλια στις εισόδους των αισθητήρων και 4 κανάλια εσωτερικά στη συσκευή.

Η συσκευή μπορεί να μετρήσει πάνω από εβδομήντα διαφορετικές μετρήσεις. Πλήθος συσκευών μπορεί να συνδεθεί στο Allmemo με καλώδιο δικτύου. Η συσκευή μέτρησης είναι εφοδιασμένη με ένα πληκτρολόγιο και μια οθόνη υγρών κρύσταλλων 8½ χαρακτήρων. Η συσκευή διαθέτει τη δυνατότητα να λειτουργήσει και ως καταγραφέας δεδομένων (data logger) με εσωτερική μνήμη 32KB ενώ επιπλέον μπορούμε να προσθέσουμε εξωτερική μνήμη έως 256KB (χωρητικότητα που αντιστοιχεί σε 50000 μετρήσεις).



Εικόνα 6: Καταγραφικό

Ένα μεγάλο εύρος δυνατοτήτων μπορεί να ενεργοποιηθεί είτε αυτόματα είτε μεμονωμένα.

1. **Όρια τιμών και ειδοποίησης:** Για κάθε κανάλι μέτρησης μπορούμε να θέσουμε ένα μέγιστο και ένα ελάχιστο όριο. Σε περίπτωση που κάποια μέτρηση υπερβεί το αντίστοιχο όριο διατίθεται η δυνατότητα ειδοποίησης. Η υπέρβαση ενός ορίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την έναρξη ή τον τερματισμό της καταγραφής μετρήσεων κατά την διαδικασία καταγραφής δεδομένων.

2. **Μέτρηση:** Για κάθε μετατροπέα Allmemo διατίθενται μέχρι και έξι κανάλια μετρήσεων. Είναι δυνατόν να εναλλάσσονται τα κανάλια με την χρήση του πληκτρολογίου. Το επιλεγμένο σημείο σαρώνεται με 2,5 ή 10 μετρήσεις το δευτερόλεπτο και στη συνέχεια η μετρημένη τιμή υπολογίζεται και εμφανίζεται στην οθόνη ή σε μια αναλογική έξοδο. Η τιμή που έχει μετρηθεί για το επιλεγμένο σημείο μέτρησης επιδεικνύεται συνεχώς και κατ' επιλογή με διόρθωση της τιμής ή κλιμάκωση της. Στους αισθητήρες η θραύση ή καταστροφή του αισθητήρα αναγνωρίζεται αυτόματα, με αποτέλεσμα την άμεση ενημέρωση του χειριστή.

Στο χώρο ελεγχόμενων συνθηκών χρησιμοποιείται ως θερμόμετρο. Καταγράφει τη θερμοκρασία στη βάση της μηχανής, την θερμοκρασία του δοκιμίου ή της τράπεζας (ανάλογα που είναι προσκολλημένος ο μαγνητικός αισθητήρας).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΤΡΟΛΟΓΙΑ – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Μετρολογία ή μετροτεχνία είναι η επιστήμη των μετρήσεων. Το κύριο αντικείμενο με το οποίο ασχολείται η μετρολογία είναι η συστηματική προσέγγιση της ποσοτικοποίησης συγκεκριμένων ποιοτικών χαρακτηριστικών. Γενικότερα αν θέλαμε να δώσουμε τα βήματα που να περιγράφουν αυτή τη προσέγγιση θα λέγαμε τα παρακάτω:

1. **Ορισμός πρότυπων μονάδων** (ή μονάδων μέτρησης), οι οποίες επιτρέπουν τη μετατροπή γενικών εννοιών, για παράδειγμα μήκος, σε μια μορφή ποσότητας η οποία προσδιορίζεται, για παράδειγμα μέτρο.
2. **Χρήση οργάνων**, τα οποία βαθμονομούνται με τις κατάλληλες μονάδες μέτρησης.
3. **Η διαδικασία της μέτρησης**. Δηλαδή η χρήση αυτών των οργάνων για την εύρεση του κατά πόσο το συγκεκριμένο προϊόν ή η διαδικασία κατέχει κάποιο χαρακτηριστικό το οποίο θέλουμε να μελετήσουμε.

Οι μετρήσεις μας βοηθούν να γίνουμε κατανοητοί όταν χρειάζεται να προσδιορίσουμε το μέγεθος, την ποσότητα, τη θέση, τις συνθήκες και το χρόνο. Αυτό γίνεται για τους εξής βασικούς λόγους.

Για να γίνει αυτό απαιτούνται όργανα μέτρησης και ειδικοί επιστήμονες /τεχνίτες.

Στον έλεγχο, συγκρίνονται τα υπάρχοντα χαρακτηριστικά των προϊόντων που μας ενδιαφέρουν να ελέγξουμε με τα προδιαγεγραμμένα χαρακτηριστικά. Τι σημαίνει όμως έλεγχος;

Έλεγχος σημαίνει κατά πόσο το προς εξέταση αντικείμενο παρουσιάζει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά που έχουν οριστεί ως προδιαγραφές.

2.1 Ορολογία Μετρολογίας - Έννοιες

Μετρούμενο μέγεθος (M) στη διαστατική μετρολογία είναι το μήκος ή η γωνία που πρόκειται να μετρηθεί.

Ανάγνωση ή Ένδειξη είναι η πληροφορία που σχετίζεται με τη μετρημένη τιμή και γίνεται απευθείας αντιληπτή οπτικά, ακουστικά ή με άλλο μέσο. Στα όργανα μέτρησης με ένδειξη, γίνεται διάκριση μεταξύ αναλογικής, ψηφιακής ή άλλου τύπου ένδειξης. Επίσης, η ένδειξη μπορεί να καταγραφεί με τη βοήθεια κατάλληλης καταγραφικής συσκευής. Αναλογική είναι η ένδειξη μιας γραμμικής

κλίμακας. Ψηφιακή είναι η ένδειξη υπό μορφή σειριακών ψηφίων (μικρότερη συγκέντρωση του παρατηρητή από την περίπτωση αναλογικής και δεν απαιτούνται εκτιμήσεις παρεμβολών). Η άλλου τύπου ένδειξη βοηθά απλώς να προσδιοριστεί το εύρος της μετρημένης τιμής χωρίς να είναι δυνατή η ανάγνωση της ακριβούς τιμής.

Ρύθμιση σημείου αναφοράς είναι η ρύθμιση μιας συσκευής μέτρησης σε μία ορισμένη θέση (θέση αναφοράς) βάσει προτύπων αναφοράς. Πολλές φορές η θέση αυτή είναι η μηδενική.

Μετρημένη τιμή (measured value) είναι η τιμή του μήκους ή της γωνίας που προκύπτει μετά από μία μέτρηση. Έχει αριθμητική τιμή και μονάδα και σε ειδικές περιπτώσεις και πρόσημο. Σε κάθε μετρημένη τιμή υπάρχει αβεβαιότητα μέτρησης (DIN 2257 Part 2).

Αποτέλεσμα μέτρησης προκύπτει από μία ή περισσότερες μετρημένες τιμές σύμφωνα με ορισμένη εκ των προτέρων σχέση και αντιπροσωπεύει την πραγματική διάσταση, λαμβάνοντας υπόψη και την αβεβαιότητα της μέτρησης.

Ευαισθησία (E): Στην περίπτωση των οργάνων με αναλογική ένδειξη, η ευαισθησία (E) ισούται με το λόγο της διαφοράς της ένδειξης (ΔL) προς τη μεταβολή της ποσότητας που μετριέται (και που προκάλεσε τη συγκεκριμένη διαφορά ένδειξης ΔL) : $E = \Delta L / \Delta M$.

Μεγέθυνση (V): Οόρος χρησιμοποιείται μερικές φορές αντί της ευαισθησίας (E). Στα όργανα με ψηφιακή ένδειξη, η ευαισθησία (E) ισούται με το λόγο της μεταβολής (ΔZ) των ψηφιακών διαιρέσεων προς τη μεταβολή της μετρούμενης ποσότητας (ΔM), που προκάλεσε την εν λόγω μεταβολή (ΔZ) : $E = \Delta Z / \Delta M$.

Εύρος ανάγνωσης ή εύρος ένδειξης οργάνου είναι η διαφορά μεταξύ της υψηλότερης και χαμηλότερης δυνατότητας ένδειξης που έχει το όργανο μέτρησης.

Εύρος μετρήσεων είναι η διαφορά μεταξύ μεγαλύτερης και μικρότερης μετρημένης τιμής κατά τη μέτρηση μιας συγκεκριμένης ποσότητας. Το εύρος μέτρησης είναι μέρος του εύρους ή σπανίως όλο το εύρος ανάγνωσης-ένδειξης του οργάνου μέτρησης.

Δύναμη μέτρησης είναι η δύναμη, που ασκείται στο υπο-μέτρηση αντικείμενο από εξάρτημα της συσκευής μέτρησης κατά τη διάρκεια της μέτρησης.

Σφάλμα υστέρησης συσκευής μέτρησης με ένδειξη είναι η διαφορά ένδειξης για τη τιμή της ποσότητας που μετριέται, όταν η μέτρηση διεξάγεται με αυξανόμενες τιμές ένδειξης και με ελαττούμενες τιμές ένδειξης. Για την εκτίμηση του σφάλματος υστέρησης απαιτούνται οδηγίες.

Οδηγίες μέτρησης: εξειδικεύουν τις συνθήκες μέτρησης καθώς και την πορεία της μετρητικής διαδικασίας.

2.2 Έλεγχος μετρήσεως

Υπάρχουν ο υποκειμενικός και ο αντικειμενικός έλεγχος. **Ο υποκειμενικός έλεγχος** γίνεται με την αντίληψη διά των αισθήσεων του ελεγκτή, χωρίς βοηθητικά όργανα. Εξακριβώνει με τις αισθήσεις του, κυρίως όραση και αφή αν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του αντικειμένου είναι παραδεκτά, το αποτέλεσμα του έλεγχου αυτού είναι αν είναι αποδεκτό ή μη αποδεκτό το αντικείμενο.

Ο αντικειμενικός έλεγχος γίνεται με μετρητικά όργανα και ελεγκτήρες. Γίνεται μία σύγκριση μεταξύ της ποσότητας του χαρακτηριστικού του αντικειμένου και των προδιαγεγραμμένων ορίων. Στην προκειμένη περίπτωση δεν παίρνουμε κάποια αριθμητική τιμή, αλλά εξακριβώνουμε αν το αντικείμενο είναι αποδεκτό ή μη αποδεκτό. Δηλαδή συγκρίνουμε ένα μέγεθος σχετικά με όμοιο του, το οποίο λαμβάνεται ως πρότυπο. Το αποτέλεσμα είναι η τιμή μέτρησης.

Τα όργανα ελέγχου υποδιαιρούνται σε τρεις ομάδες: μετρητικά όργανα, ελεγκτήρες και βοηθητικά μέσα. Όλα τα μετρητικά όργανα και οι ελεγκτήρες βασίζονται στη μέτρηση της διάστασης ενός μεγέθους. Τα όργανα μετρήσεως με ένδειξη έχουν κινητά μέρη, κινητές κλίμακες ή απαριθμητές.

Η μετρούμενη τιμή διαβάζεται άμεσα από τον τεχνικό. Οι ελεγκτήρες μετρούν τη διάσταση του εξεταζόμενου αντικείμενου. Βοηθητικά μέσα είναι μέσα τα οποία χρησιμοποιούνται για τα μετρητικά όργανα ή τους ελεγκτήρες πχ στηρίξεις.

2.3 Συστήματα μονάδων

Είναι παγκόσμια αρχή να ορίζεται η κατάλληλη μονάδα μέτρησης πριν από οποιαδήποτε μέτρηση για οποιοδήποτε αντικείμενο. Αποδεκτά διεθνώς είναι δύο συστήματα μονάδων: το Μετρικό και το Αγγλοσαξονικό.

Με κάποιες εξαιρέσεις, υιοθετήθηκε ένα νέο απλό σύστημα σε όλες τις χώρες, γνωστό ως "International System of Units" ή "SI". Οι μονάδες του "SI" βασίζονται στις μετρικές μονάδες.

Το μετρικό σύστημα (δεκαδικό ή γαλλικό) χρησιμοποιεί ως μονάδα το μέτρο [m] με τις υποδιαιρέσεις του. Κάθε μονάδα του μετρικού συστήματος είναι πολλαπλάσιο ή υποπολλαπλάσιο του 10 και για αυτό το σύστημα λέγεται και δεκαδικό. Αυτή η ιδιότητα το κάνει αρκετά εύχρηστο. Κάθε μονάδα του μετατρέπεται σε μικρότερη ή μεγαλύτερη του πολλαπλασιαζόμενη με μια δύναμη του 10.

Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται ακόμα σε κάποιες αγγλοσαξονικές χώρες και χρησιμοποιεί ως μονάδα μετρήσεως τη γιάρδα (yard) και τις υποδιαιρέσεις της. Η γιάρδα είναι ίση με 0,9144 m και διαιρείται σε τρία πόδια. Κάθε πόδι ισούται με 0,3048 m και διαιρείται σε δώδεκα ίντσες. Η ίντσα ισούται με 0,0254 m ή 2,54 cm ή 25,4 mm και συμβολίζεται με [in] ή με ["]. Εκτός από τις ακέραιες υποδιαιρέσεις της ίντσας υπάρχουν και οι κλασματικές.

Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων SI (η συντομογραφία SI παράγεται από το αντίστοιχο στην γαλλική le Systeme International d'unites) αποτελεί ένα σύστημα έκφρασης συμβατικών μονάδων μέτρησης φυσικών μεγεθών.

Το SI έχει αντικαταστήσει τα παλιότερα συστήματα μονάδων της φυσικής MKS και CGS. Επιπλέον, χρησιμοποιείται και σε τεχνικές εφαρμογές σε μεγάλο ποσοστό του κόσμου έναντι παλαιότερων συστημάτων.

Το σύστημα αυτό αποτελείται από:

- Επτά βασικές μονάδες μέτρησης (πίνακας 2.1)
- Δύο συμπληρωματικές μονάδες για γωνίες (πίνακας 2.2)
- Ένα σύνολο μονάδων που προέρχονται από τις βασικές και συμπληρωματικές
- Προτυποποιημένη ορολογία δεκαδικών πολλαπλασίων και υποπολλαπλασίων όλων των μονάδων μέτρησης

Πίνακας 1: Βασικές μονάδες Συστήματος SI

Μέγεθος	Σύμβολο	Μονάδα
Μήκος	l	Meter
Μάζα	m	Kilogram
Χρόνος	t	Second
Θερμοκρασία	θ ή T	°C ή Kelvin
Ένταση ρεύματος	I	Ampere
Φωτεινή ισχύς	-	Candela
Ποσόν ύλης	-	Mole

Πίνακας 2: Συμπληρωματικές μονάδες Συστήματος SI

Μέγεθος	Σύμβολο	Μονάδα
Επίπεδη γωνία	ακτίνιο	Rad
Στερεά γωνία	στερακτίνιο	Sr

2.4 Πρωτότυπα και πρότυπα μέτρησης

Οι επτά βασικές μονάδες μέτρησης και δύο συμπληρωματικές του SI συστήματος ορίζονται παρακάτω (DIN1301 Part 1) και αποτελούν πρωτότυπα μέτρησης. Όλες οι μονάδες ορίζονται με βάση φυσικά φαινόμενα και επομένως μπορούν να αναπαραχθούν και εγκατασταθούν τοπικά, όπου απαιτείται. Εξαιρέση αποτελεί το χιλιόγραμμα που ορίζεται ως η μάζα ενός ειδικού αντικειμένου.

Πίνακας 3: Βασικές και συμπληρωματικές μονάδες του συστήματος SI

Μονάδα	Σύμβολο	Μονάδα
Χιλιόγραμμα	kg	Το Χιλιόγραμμα είναι η μάζα του πρότυπου χιλιόγραμμου, ενός κυλίνδρου από ιριδιούχο λευκόχρυσο που φυλάσσεται στο Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών των Σεβρών στη Γαλλία.
Μέτρο	m	Το Μέτρο είναι η απόσταση την οποία διανύει το φως στο κενό σε χρονικό διάστημα ίσο με $1/299.792.458$ δευτερόλεπτα.
Δευτερόλεπτο	s	Το Δευτερόλεπτο είναι η χρονική διάρκεια $9.192.631.770$ περιόδων της ακτινοβολίας που αντιστοιχεί στην μετάβαση δύο υπέρλεπτων ενεργειακών σταθμών της κατάστασης ελάχιστης ενέργειας του ατόμου του καισίου-133 (^{133}Cs) σε θερμοκρασία 0 K.
Ampere	A	Το Ampere είναι το σταθερό ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο όταν διατηρείται σε δύο ευθύγραμμους παράλληλους αγωγούς απείρου μήκους και αμελητέας διατομής, τοποθετημένους σε απόσταση 1 μέτρου στο κενό, θα παρήγαγε μεταξύ αυτών των αγωγών μία δύναμη ίση με 2×10^{-7} Newton ανά μέτρο μήκους.
Βαθμός Kelvin	K	Το Kelvin είναι το κλάσμα $1/273,16$ της απόλυτης θερμοκρασίας του τριπλού σημείου του νερού.
Mole	mol	Το Mole είναι η ποσότητα μίας ουσίας που περιέχει τόσες στοιχειώδεις οντότητες όσα είναι τα άτομα σε $0,012$ χιλιόγραμμα καθαρού άνθρακα-12 (^{12}C).

Candela	cd	Η Candela είναι η φωτεινή ένταση, σε μία δεδομένη διεύθυνση, μίας πηγής που εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία με συχνότητα 540×10^{12} Hz και έχει ένταση ακτινοβολίας στην κατεύθυνση αυτή ίση με $1/683$ Watt ανά στερακτίνο.
Ακτίνο	rad	Το Ακτίνο είναι εκείνη η επίπεδη γωνία η οποία όταν γίνει επίκεντρη ορίζει τόξο, σε οποιοδήποτε κύκλο, με μήκος ίσο με την ακτίνα του.
Στερακτίνο	sr	Το Στερακτίνο είναι εκείνη η στερεά γωνία η οποία όταν γίνει επίκεντρη ορίζει σφαιρική περιοχή, σε οποιαδήποτε σφαίρα, με εμβαδόν ίσο με το τετράγωνο της ακτίνας της.

Σε όλες τις βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες υπάρχει ένα **Γραφείο Προτύπων**, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία και συντήρηση προτύπων αναφοράς. Στη συνέχεια, τα διάφορα εθνικά γραφεία προτύπων όπως και άλλα εργαστήρια ανέπτυξαν πρωτεύοντα πρότυπα αναφοράς που ενσωματώνουν τις μονάδες μέτρησης, που αντιστοιχούν σ' αυτές τις πρότυπες μεθόδους μέτρησης.

Το πρωτεύον πρότυπο έχει τις υψηλότερες μετρολογικές ιδιότητες και η τιμή του είναι αποδεκτή χωρίς να γίνεται αναφορά σε άλλα πρότυπα του ίδιου μεγέθους. Επειδή στην πράξη δεν είναι δυνατόν για τα εθνικά Γραφεία Προτύπων να διακριβώνουν και να πιστοποιούν την ακρίβεια πελώριου όγκου εξαρτημάτων μέτρησης και ελέγχου, κατέφυγαν σε ιεράρχηση δευτερευόντων προτύπων και εργαστηρίων με τη βοήθεια ενός συστήματος αποδεικτικών πιστοποίησης ακριβείας. Τα πρωτεύοντα πρότυπα αναφοράς αποτελούν την κορυφή ενός συνόλου ιεραρχημένων προτύπων αναφοράς.

Ο όρος μετρητικός εξοπλισμός βιομηχανίας περιέχει όλα τα όργανα που χρησιμοποιούνται από τεχνικούς εργαστηρίων, τεχνίτες και ελεγκτές για τη ρύθμιση διεργασιών παραγωγής προϊόντων καθώς και για τη μέτρηση χαρακτηριστικών προϊόντων κατά τον ποιοτικό έλεγχο. Τα όργανα αυτά διακριβώνονται με τα πρότυπα εργασίας. Με την σειρά τους, τα πρότυπα εργασίας συγκρίνονται με τα πρωτεύοντα πρότυπα αναφοράς μέσω ενός ή περισσότερων ενδιάμεσων δευτερευόντων προτύπων αναφοράς.

2.5 Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας

Το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας (Ε.Ι.Μ.) ιδρύθηκε το 1994 και εποπτεύεται από το Υπουργείο Ανάπτυξης. Μαζί με το Εθνικό Συμβούλιο

Διαπίστευσης (Ε.ΣΥ.Δ.) και τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛ.Ο.Τ.) αποτελούν τη βασική υποδομή ποιότητας για την Ελλάδα.

Ο ΕΛ.Ο.Τ. ως φορέας τυποποίησης, εκδίδει τα σχετικά πρότυπα και τις προδιαγραφές που αφορούν στην παραγωγή και τον έλεγχο προϊόντων και υλικών.

Το Ε.ΣΥ.Δ. είναι ο φορέας, ο οποίος παρέχει διαπίστευση σε φορείς πιστοποίησης και εργαστήρια διακριβώσεων και δοκιμών.

Τέλος **το Ε.Ι.Μ.** είναι ο ανώτατος φορέας του κράτους σε θέματα μετρολογίας και είναι ο αντιπρόσωπος της χώρας στους διεθνείς οργανισμούς μετρολογίας. Βασικός σκοπός του είναι η στήριξη των υπαρχόντων μετρολογικών εργαστηρίων της χώρας, κάνοντας διακριβώσεις των προτύπων στα Εθνικά Εργαστήρια Μεγεθών του Ε.Ι.Μ.



2.6 Αρχή Abbe και Πρότυπο ISO 17025

Η αρχή Abbe θα μπορούσε να ονομαστεί και αρχή σύγκρισης αφού όλες οι μετρήσεις δεν είναι τίποτε άλλο παρά η σύγκριση μιας άγνωστης ποσότητας με μία γνωστή. Οι μέθοδοι σύγκρισης ποικίλουν, όμως η αρχή λέει ότι μέγιστη ακρίβεια επιτυγχάνεται μόνο όταν το πρότυπο το οποίο είναι γνωστή ποσότητα βρίσκεται στην ίδια ευθεία με τον άξονα, δηλαδή τη γραμμή μέτρησης του υπό μέτρηση αντικειμένου.

Το πρότυπο ISO 17025 χρησιμοποιείται για τη δημιουργία, οργάνωση και διαπίστευση εργαστηρίων μετρήσεων, δοκιμών διακριβώσεων. Διαπίστευση ενός εργαστηρίου από έναν ανεξάρτητο επίσημο φορέα (που στην Ελλάδα συνηθίζεται να είναι το Ε.ΣΥ.Δ. – Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης) σύμφωνα με το πρότυπο ISO 17025 σημαίνει ότι το εργαστήριο έχει τις τεχνικές και

διοικητικές ικανότητες να διεξάγει συγκεκριμένες δοκιμές, μετρήσεις και διακριβώσεις σύμφωνα με συγκεκριμένες πρότυπες ή ενδο-εργαστηριακές μεθόδους, με συγκεκριμένο εξοπλισμό και εντός συγκεκριμένων και δηλωμένων ορίων ακρίβειας.

Η **διαπίστευση ενός εργαστηρίου** αποτελεί την επίσημη αναγνώριση της τεχνικής επάρκειας και της αξιοπιστίας του, χαρακτηριστικά ιδιαίτερα σημαντικά για τη διεξαγωγή δοκιμών που σχετίζονται με δημόσιες και ιδιωτικές επιχειρήσεις και προϊόντα ή κατασκευές.

Αυτό το γεγονός συνεπάγεται ότι η παροχή των υπηρεσιών του σε επίπεδο αναλύσεων είναι τόσο αναγνωρίσιμη και αξιόπιστη που τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους πελάτες του σε οποιαδήποτε διαφωνία, αμφισβήτηση ή διατροφική κρίση. Κάτι τέτοιο είναι ομολογουμένως η ειδοποιός διαφορά έναντι του ανταγωνισμού και το κίνητρο των επιχειρήσεων με αποτέλεσμα την αύξηση του πελατειακού εύρους. Τα οφέλη από την εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος είναι:

- Αύξηση του κύρους του εργαστηρίου σε εθνικό και διεθνές επίπεδο
- Έγκυρα αποτελέσματα, τα οποία μπορεί ο πελάτης – εσωτερικός και εξωτερικός – να εμπιστευθεί
- Καλύτερη οργάνωση του εργαστηρίου
- Αναγνώριση της ικανότητας του προσωπικού
- Αναγνώριση των δυνατοτήτων του εξοπλισμού του εργαστηρίου
- Διερεύνηση των δυνατοτήτων βελτίωσης των παρεχόμενων υπηρεσιών
- Αύξηση του πελατολογίου λόγω της συγκριτικής διαφοράς με τον ανταγωνισμό (διαπιστευμένο εργαστήριο σε σχέση με τα συμβατικά)
- Ανάληψη εξειδικευμένων εργασιών για φορείς (Κρατικούς ελεγκτικούς φορείς-Ιδιωτικές επιχειρήσεις), ιδιαίτερα σε περιοχές που απουσιάζουν κρατικά εργαστήρια ελέγχων.

Οι τομείς που καλύπτονται κατά την εγκατάσταση ενός Συστήματος σύμφωνα με το πρότυπο ISO 17025 παρατίθενται παρακάτω στον Πίνακα 9.1 :

Πίνακας 4: Τομείς κάλυψης του προτύπου ISO 17025

ΤΟΜΕΑΣ	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ
Ανεξαρτησία, αμεροληψία, ακεραιότητα και εμπιστευτικότητα	Εφαρμογή Διαδικασιών για τη διασφάλιση των διενεργούμενων εξετάσεων και δοκιμών από εξωτερικούς παράγοντες, καθώς και διασφάλιση αμερόληπτου τρόπου διενέργειάς τους. Εξασφάλιση της εμπιστευτικότητας των πληροφοριών, που λαμβάνονται

	κατά τη διάρκεια των δοκιμών.
Διαχείριση και οργάνωση	Καθορισμός ευθυνών και αρμοδιοτήτων τεχνικού υπευθύνου εργαστηρίου, επιβλεπόντων και γενικότερα προσωπικού.
Προσωπικό	Επάρκεια μόνιμου έμπειρου προσωπικού, με κατάλληλα προσόντα, εγκατάσταση τεκμηριωμένου συστήματος κατάρτισης προσωπικού. Εκπαίδευση προσωπικού στα ανατιθέμενα αντικείμενα εργασίας.
Εγκαταστάσεις και εξοπλισμός	Καταλληλότητα περιβάλλοντος για τη διενέργεια δοκιμών, εισαγωγή κανόνων πρόσβασης και προστασίας εγκαταστάσεων και εξοπλισμού. Καθορισμός αρχείων εξοπλισμού, οδηγίες προληπτικής συντήρησης εξοπλισμού, πρόγραμμα διακρίβωσης εξοπλισμού και υλικών αναφοράς, διαδικασίες για χειρισμό ελαττωματικού εξοπλισμού.
Διαδικασίες και μέθοδοι εργασίας	Ορισμός οδηγιών χρήσης και λειτουργίας εξοπλισμού, μέθοδοι και τεχνικές προδιαγραφές δοκιμών και χειρισμού δοκιμών. Τεκμηρίωση μη προτύπων μεθόδων και διαδικασιών δοκιμών. Διασφάλιση τεχνικών ηλεκτρονικής επεξεργασίας δεδομένων.
Καθορισμός Σφαλμάτων λόγω Συνθηκών	Διαδικασίες για την περιγραφή της μεθοδολογίας καθορισμού του σφάλματος, που υπεισέρχεται στις δοκιμές, λόγω των περιβαλλοντικών συνθηκών.
Εκθέσεις δοκιμών	Δημιουργία μεθοδολογίας σύνταξης εκθέσεων αποτελεσμάτων δοκιμών. Καθορισμός περιεχομένων εκθέσεων και διαδικασία διορθώσεων ή προσθηκών στις εκθέσεις.
Αρχεία	Καθορισμός περιεχομένων και μεθόδου αρχειοθέτησης των αρχείων, που να επιτρέπει την επανάληψη των δοκιμών. Τρόπος φύλαξης των αρχείων.
Χειρισμός δειγμάτων και αντικειμένων προς δοκιμή	Μονοσήμαντη ταυτοποίηση των προς δοκιμή ή διακρίβωση δειγμάτων και αντικειμένων, εισαγωγή διαδικασιών για την αποφυγή αλλοιώσεων ελεγχόμενων δειγμάτων ή αντικειμένων και για την ελεγχόμενη αποθήκευση δειγμάτων.
Υπεργολαβία	Διασφάλιση και απόδειξη της ικανότητας του υπεργολάβου να εκτελέσει ικανοποιητικά την ανατιθέμενη εργασία, τήρηση καταλόγου υπεργολάβων.
Συνεργασία	Καθορισμός τρόπου συνεργασίας του εργαστηρίου με

	τους πελάτες του, με τους φορείς χορήγησης της διαπίστευσης, καθώς και με άλλα εργαστήρια, που εκπονούν πρότυπα και κανονισμούς για την ανταλλαγή πληροφοριών.
--	--

2.7 Πρότυπο ISO 9001

Το ISO 9001:2008 είναι ένα Σύστημα Διαχείρισης της Ποιότητας από τον Διεθνή Οργανισμό Προτύπων, το οποίο αναφέρεται στο σχεδιασμό, ανάπτυξη, παραγωγή και εγκατάσταση ενός προϊόντος ή υπηρεσίας, καλύπτοντας παράλληλα και το στάδιο της εξυπηρέτησης και υποστήριξης. Εστιάζει στην Διοικητική και Οργανωτική πλευρά μιας επιχείρησης ή ενός εργαστηρίου.

Το Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας αποτελεί μια υγιή μορφή διοίκησης και διαχείρισης που μπορεί να συντελέσει σημαντικά στη αύξηση της παραγωγικότητας και αποτελεί το καλύτερο εργαλείο για να παραχθεί το προϊόν σωστά από την πρώτη φορά, κατανέμοντας ομοιόμορφα και με σαφή τρόπο τις αρμοδιότητες στους υπεύθυνους και εξασφαλίζοντας ικανοποιητική απόδοση από τους εργαζόμενους.

Η εφαρμογή **ενός Συστήματος Διασφάλισης Ποιότητας** συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος και εξασφαλίζει τη σταθερότητα της ήδη υπάρχουσας ποιότητας και την αξιοπιστία των προϊόντων και υπηρεσιών του εργαστηρίου, γεγονός που έχει σημασία τόσο για τα στελέχη και τους εργαζομένους, όσο και για τους άλλους φορείς που συνεργάζονται με αυτό. Η επιτυχία των παραπάνω απαιτεί την καθοδήγηση της Διοίκησης, τη σωστή και συνεχή εκπαίδευση του προσωπικού και τη συστηματική εφαρμογή των εσωτερικών επιθεωρήσεων.

Η εφαρμογή των **προτύπων της σειράς ISO 9001:2008** προσκομίζει σημαντικά οφέλη στο εργαστήριο, τα ακόλουθα:

- Κατοχύρωση της εμπιστοσύνης των πελατών στο εργαστήριο ότι αυτό μπορεί να διατηρήσει σταθερή την ποιότητα των προσφερόμενων προϊόντων και υπηρεσιών.
- Διασφάλιση της ποιότητας σε όλα τα επίπεδα λειτουργίας του, με αποτέλεσμα την άμεση αύξηση της αποδοτικότητας, ελαχιστοποίηση των απωλειών και του κόστους, ελάττωση του χρόνου και του κόστους εργασίας και αποφυγή επανάληψης των λανθασμένων κινήσεων, μέσω των διαδικασιών τεκμηρίωσης.
- Ανάπτυξη, ενίσχυση και βελτίωση των προμηθειών, της παραγωγικής διαδικασίας, και των υπηρεσιών και πληρέστερη ικανοποίηση των πελατών.
- Αύξηση της ανταγωνιστικότητας του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Μηχανές μέτρησης μήκους πρότυπων πλακιδίων με τη μέθοδο της σύγκρισης

3.1 Διακρίβωση πρότυπων πλακιδίων

Η διακρίβωση πρότυπων πλακιδίων είναι μια από τις παλαιότερες υψηλής ακρίβειας διακριβώσεις που γίνονται στον τομέα της διαστατικής μετρολογίας. Από την εφεύρεσή τους στις αρχές του 20^{ου} αιώνα τα πρότυπα πλακίδια αποτελούν την κύρια πηγή της τυποποίησης μήκους για τη βιομηχανία. Στις περισσότερες μετρήσεις τέτοιας σημασίας θα ήταν αναμενόμενο ότι η μέτρηση θα γινόταν πολύ πιο ακριβής ύστερα από 80 χρόνια ανάπτυξης. Λόγω όμως της απλότητας των πρότυπων πλακιδίων αυτό που έχει αλλάξει μετά από τόσα χρόνια δεν είναι η μεγαλύτερη ακρίβεια των μετρήσεων, αλλά η διαδεδομένη αναγκαιότητα της ακρίβειας αυτής. Οι μετρήσεις πρότυπων πλακιδίων, που τα προηγούμενα χρόνια θα μπορούσαν να γίνουν μόνο με τον εξοπλισμό και την τεχνογνωσία ενός εθνικού εργαστηρίου μετρολογίας (Ε.Ι.Μ), στις μέρες μας μπορεί να γίνουν και σε ιδιωτικά βιομηχανικά εργαστήρια.

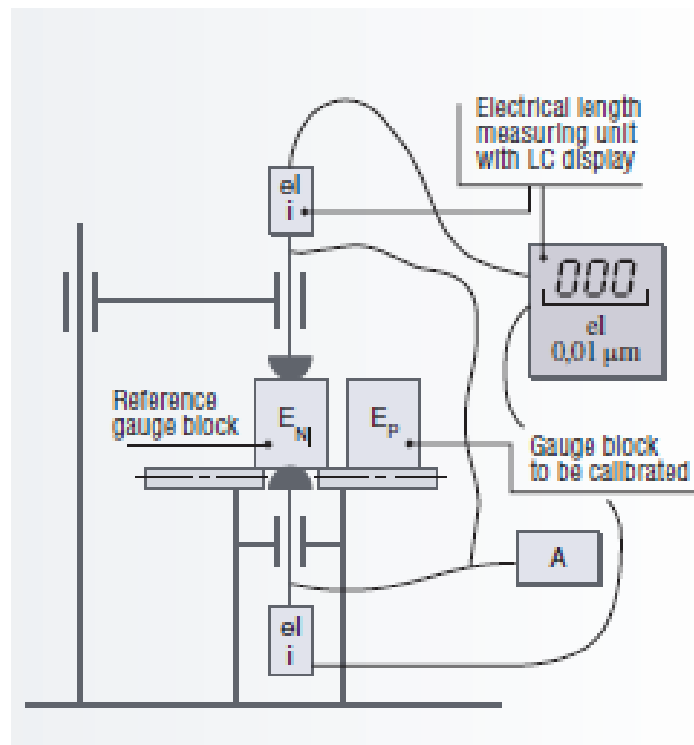
Σε περιβάλλοντα βιομηχανικής παραγωγής και εργαστηρίων υπάρχει η ανάγκη μετρήσεων από μηχανήματα μεγάλης ακρίβειας, ώστε να γίνεται ο έλεγχος των προτύπων, των οργάνων μέτρησης, ρύθμιση των οργάνων μέτρησης αλλά ακόμα και διακριβώσεις.

Μια τέτοια μηχανή μέτρησης πλακιδίων με τη μέθοδο της σύγκρισης βρίσκεται και στο μετροτεχνικό εργαστήριο του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.) στη σχολή μηχανολόγων μηχανικών. Αυτή είναι η TESAUPC η οποία χρησιμοποιείται ευρέως σε διαπιστευμένα εργαστήρια παγκοσμίως. Η TESAUPC χρησιμοποιείται για συγκριτική μέτρηση πλακιδίων με το ίδιο ονομαστικό μήκος διαστάσεων από 0,5 mm έως 100 mm και η οποία παρέχει τις παρακάτω δυνατότητες:

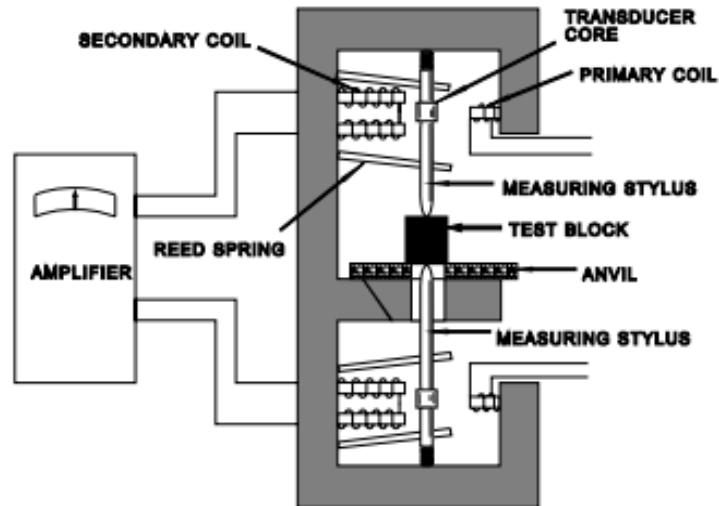
- Υψηλής ακρίβειας **επαγωγικών ακίδων**
- Μέτρηση της **θερμοκρασίας της μέτρησης** με μεγάλη ακρίβεια
- Απευθείας **μεταφορά των μετρήσεων** μήκους και θερμοκρασίας στον υπολογιστή
- **Εκτέλεση πράξεων** με τη βοήθεια του υπολογιστή, συμπεριλαμβανομένων και όλων των απαραίτητων διορθώσεων που χρειάζονται

- **Εκτέλεση διακρίβωσης** που υπακούν στις οδηγίες των προτύπων ISO αλλά και της EAL (EAL European cooperation of Accreditation of Laboratories)
- Περιλαμβάνει μια εκτέλεση για μεγαλύτερη ακρίβεια σε συνδυασμό με ένα πιστοποιητικό διακρίβωσης

Αυτές οι μηχανές χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση πρότυπων πλακιδίων με τη συγκριτική μέθοδο με γραφίδες μέτρησης απέναντι η μια στην άλλη. Τα πλακίδια (το πλακίδιο αναφοράς και το μετρούμενο) τοποθετούνται στην τράπεζα εργασίας της μηχανής όπως φαίνεται και στα παρακάτω σχήματα.



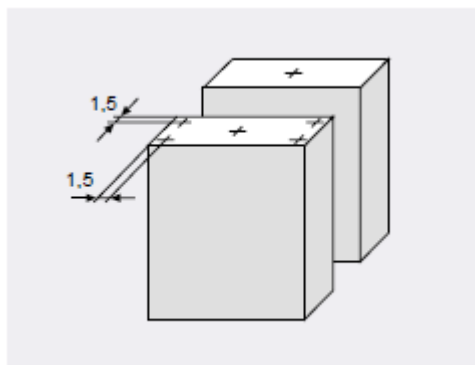
Σχήμα 3.1: Τοποθέτηση πλακιδίων στην TESAUPC



Σχήμα 3.2: Τοποθέτηση του μετρούμενου πλακιδίου (Test Block)

Μετά την τοποθέτηση του πλακιδίου παραμένει στην τράπεζα εργασία για κάποιο επαρκές χρονικό διάστημα, σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα καλής πρακτικής, έτσι ώστε να σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία του πλακιδίου και να αποφθεχθεί οποιαδήποτε επίδρασή της στο μήκος του πλακιδίου. Με τις μηχανές αυτές μετρίονται μεταβολές του πάχους του πλακιδίου από άκρη σε άκρη και στις δύο κατευθύνσεις στο σημείο της μέτρησης. Τα εγχειρίδια των συγκριτικών μηχανών αυτών συνιστούν τη χρήση λαβίδων για το χειρισμό των πλακιδίων ώστε να ελαχιστοποιηθούν επιδράσεις της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα σημεία που γίνονται οι μετρήσεις πάνω στην επιφάνεια των πλακιδίων.

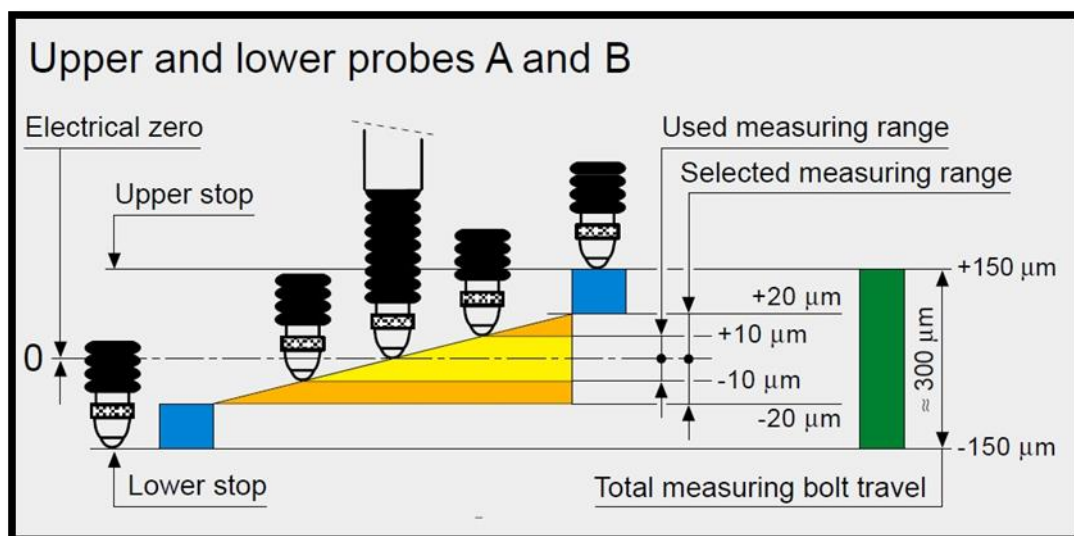


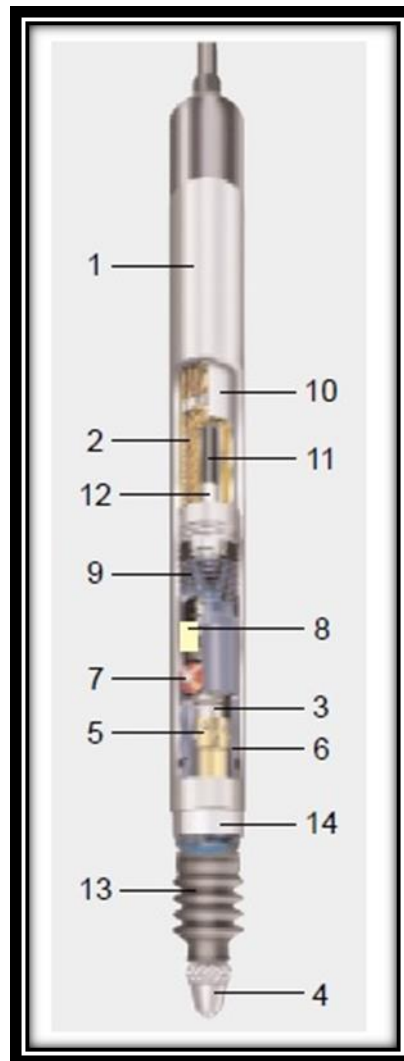
Σχήμα 3.3: Σημεία μετρήσεων στην επιφάνεια των πλακιδίων

Στο πρότυπο πλακίδιο (πλακίδιο αναφοράς) γίνεται μία μέτρηση ενώ στο πλακίδιο προς μέτρηση γίνονται πέντε μετρήσεις στα σημεία που φαίνονται στο σχήμα. Τα σημεία που βρίσκονται στις γωνίες απέχουν 1,5 mm από τις 2 πλευρές της γωνίας.

Αξονικές ακίδες (probes) TESA UPC

Οι δύο ακίδες (*probes*) είναι ταυτόσημες. Διαφέρουν μόνο ως προς τη δύναμη μέτρησης που ασκείται σε αυτές. Λειτουργούν σύμφωνα με την επαγωγική αρχή, με μηχανική επαφή. Η εναλλασσόμενη τάση εξόδου εξαρτάται από την θέση του σιδηρομαγνητικού πυρήνα και επάγεται από το πηνίο του συστήματος. Εάν αυτή η θέση είναι συμμετρική, π.χ. στο ηλεκτρικό μηδέν, δεν επάγεται τάση. Μια κίνηση του πυρήνα, ο οποίος μπορεί να εφάπτεται στο δοκίμιο εφόσον λαμβάνεται μέτρηση, οδηγεί σε μια αλλαγή της επαγόμενης τάσης. Η αλλαγή αυτή με τη σειρά της δημιουργεί ένα σήμα (αναλογικό) το οποίο αφού ενισχυθεί και ανορθωθεί, εν τέλει εμφανίζεται ως η μετρούμενη τιμή μέσω ενός ψηφιακού οργάνου, έχοντας βέβαια υποστεί ψηφιακή επεξεργασία. Το κύριο χαρακτηριστικό της απόκτησης αναλογικών δεδομένων έγκειται στην σαφή αντιστοίχιση κάθε λαμβανόμενης μέτρησης (που λαμβάνεται επί του μετρούμενου δοκιμίου) σε σήμα μέτρησης (εμφανιζόμενη τιμή). Ένα από τα διακριτά πλεονεκτήματά της είναι η ικανότητά της να αποκαταστήσει την αρχική τιμή που εμφανίζεται σε περίπτωση διακοπής ρεύματος (απενεργοποίησης ή διακοπή ρεύματος).

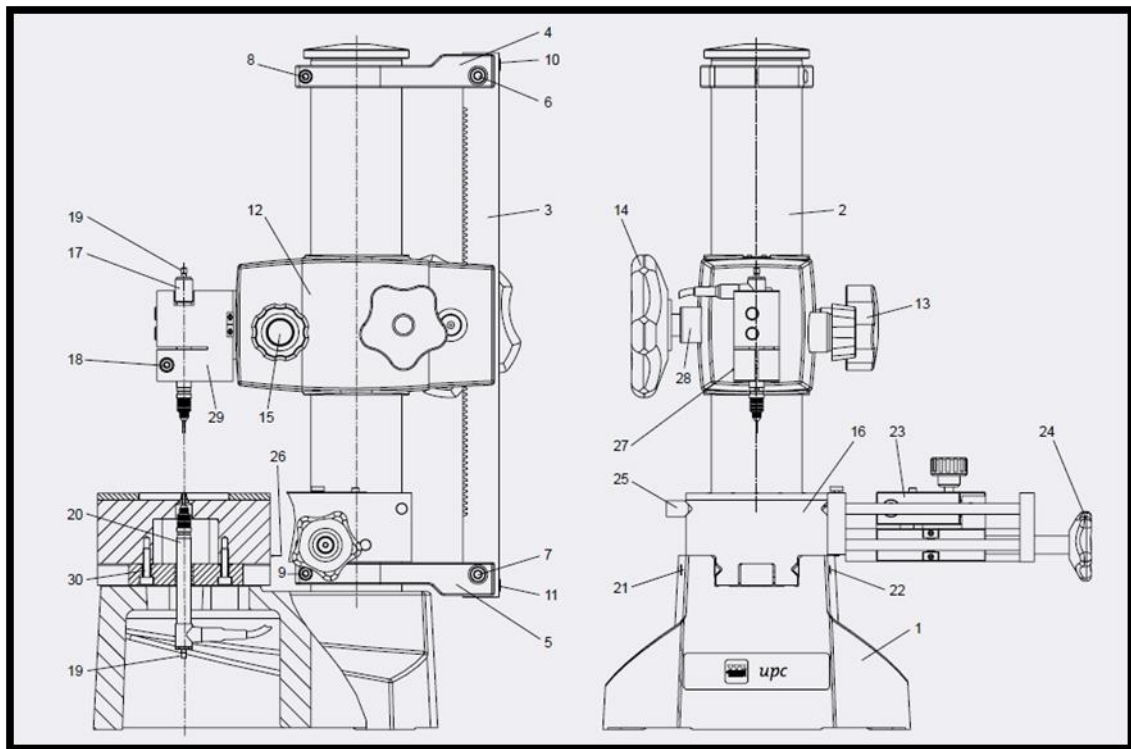




1. Σώμα ακίδας (probe) και καθορισμένο στέλεχος
2. Σύστημα πηνίου
3. Μπουλόνι μέτρησης
4. Εισαγωγή μέτρησης
5. Οδηγός ρουλεμάν
6. Οδηγός σωλήνα ρουλεμάν
7. Οδηγός αντι-περιστροφής κοχλίας
8. Διακοπή περιορισμού για την κίνηση μπουλονιού
9. Δύναμη ελατηρίου

10. Ενδιάμεσο περίβλημα στο εσωτερικό του συστήματος πηνίου
11. Σιδηρομαγνητικός πυρήνας
12. Πυρήνας υποστήριξης ,αντισταθμίζει διάφορους συντελεστές για την γραμμική διαστολή
13. Επένδυση απο καουτσούκ
14. Ρύθμιση κολάρου για το διάστημα μέτρησης

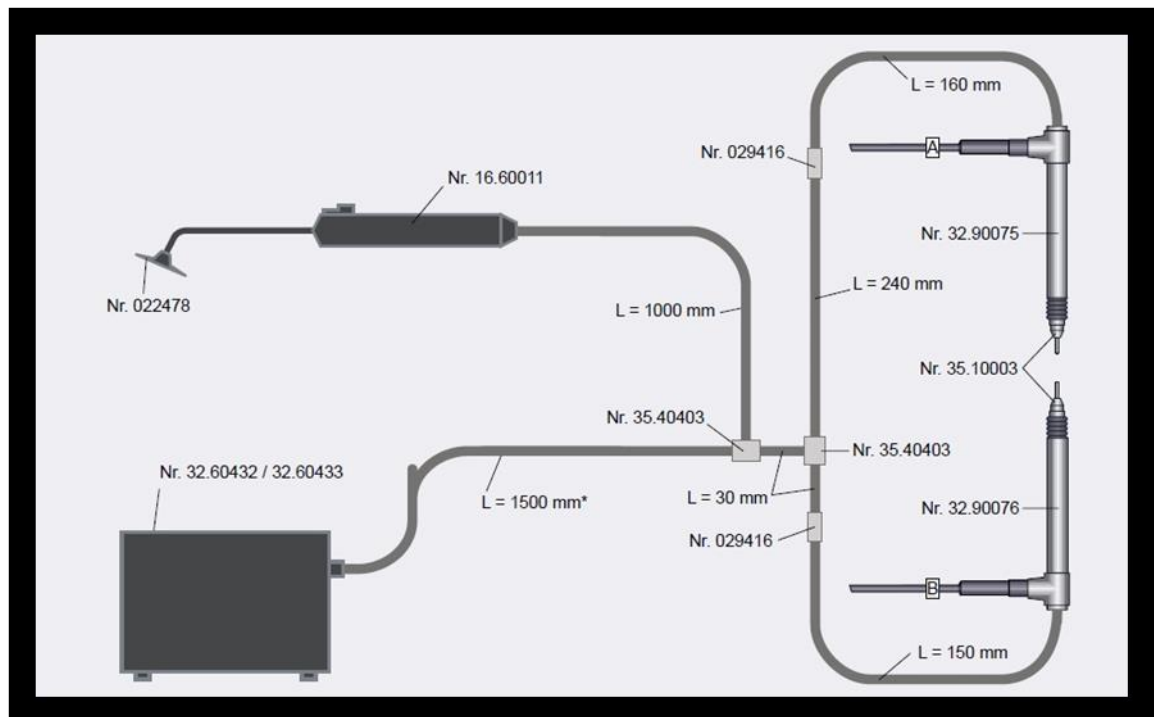
Tesa's engineering plans



- 1 = Βάση συγκριτή
- 2 = Στήλη
- 3 = Οδοντωτή ράβδος
- 4 = Άνω φλάντζα
- 5 = Κάτω φλάντζα
- 6 = Άνω βίδα σύσφιξης οδοντωτής ράβδου
- 7 = Κάτω βίδα σύσφιξης οδοντωτής ράβδου
- 8 = Άνω βίδα σύσφιξης φλάντζας - οδοντωτής ράβδου
- 9 = Κάτω βίδα σύσφιξης φλάντζας - οδοντωτής ράβδου
- 10 = Άνω βίδα ρύθμισης οδοντωτής ράβδου
- 11 = Κάτω βίδα ρύθμισης οδοντωτής ράβδου
- 12 = Μετρητικός Βραχίονας
- 13 = Λαβή σύσφιξης
- 14 = Λαβή χονδρικής ρύθμισης
- 15 = Λαβή λεπτής ρύθμισης
- 16 = Μετρητικός Βραχίονας
- 17 = Άνω κεφαλή Α
- 18 = Βίδα σύσφιξης κεφαλής Α
- 19 = Σύστημα σωληνώσεων αέρα

- 20 = Κάτω κεφαλή Β
- 21 = Βίδες ακινητοποίησης τράπεζας μέτρησης
- 22 = Βίδες σύσφιξης τράπεζας μέτρησης
- 23 = Συσκευή ορθής τοποθέτησης προτύπων πλακιδίων
- 24 = Λαβή μετακίνησης προτύπων πλακιδίων
- 25 = Άκρο αισθητήρων θερμοκρασίας R και P
- 26 = Σφιγκτήρας αισθητήρα θερμοκρασίας R03
- 27 = Σφιγκτήρας αισθητήρα θερμοκρασίας R04
- 28 = Κλιπ καλωδίου κεφαλής Α
- 29 = Βάση κεφαλής Α
- 30 = Βίδες σύσφιξης

Σχέδιο του συστήματος του αεροσυμπιεστή με την αναρροφητική λαβίδα και τις ακίδες (probes).



Τι εννοούμε με τη φράση “διακρίβωση ενός οργάνου μέτρησης”;

Οι επιδόσεις των μετρητικών οργάνων στη διάρκεια της χρήσης τους δεν είναι σταθερές με αποτέλεσμα την μεταβολή των μετρολογικών τους χαρακτηριστικών. Αυτές οι μεταβολές μπορεί να οφείλονται είτε στις καταπονήσεις που υποβάλλονται κατά τη χρήση τους, είτε στη χρήση τους σε «δύσκολες» περιβαλλοντικές συνθήκες είτε, ακόμα, και στις φυσιολογικές φθορές και αλλοιώσεις που υφίστανται στην πορεία του χρόνου. Για το λόγο αυτό τα μετρητικά όργανα πρέπει να ελέγχονται και να **επαναδιακρίβώνονται** σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Διακρίβωση είναι ο καθορισμός της σχέσης μεταξύ των τιμών μίας ποσότητας όπως αυτή προσδιορίζεται από ένα πρότυπο αναφοράς και των αντίστοιχων τιμών που προκύπτουν από τις ενδείξεις του υπό διακρίβωση οργάνου ή συστήματος. Ο προσδιορισμός αυτής της σχέσης (και της διόρθωσης στην ένδειξη του υπό διακρίβωση οργάνου) πραγματοποιείται με την χρήση κατάλληλης μετρητικής μεθόδου και συμπεριλαμβάνει τον υπολογισμό της αβεβαιότητας της μέτρησης.

Ένα πρότυπο αναφοράς :

- Έχει καθορισμένα μετρολογικά χαρακτηριστικά που το καθιστούν ικανό για την σκοπούμενη χρήση (ακρίβεια, επαναληψιμότητα, σταθερότητα κλπ.).
- Αντιπαραβάλλεται σε διάφορα σημεία της κλίμακας μέτρησης με το υπό διακρίβωση όργανο/ σύστημα.

Μία κατάλληλη μέθοδος και διαδικασία διακρίβωσης πρέπει να καθορίζει, μεταξύ άλλων:

- Τον αριθμό σημείων της κλίμακας μέτρησης που πρέπει να χρησιμοποιηθούν.
- Τον αριθμό των επαναληπτικών μετρήσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν σε κάθε σημείο μέτρησης
- Τη σειρά των μετρήσεων ή το είδος των δοκιμών που πρέπει να ακολουθηθούν
- Τις σημαντικότερες παραμέτρους που μπορεί να επιδράσουν στο αποτέλεσμα τις μέτρησης

Ο μετρολογικός έλεγχος οργάνων μέτρησης επιβάλλεται:

1. Από την εθνική νομοθεσία για όλα τα όργανα και τις μετρητικές διατάξεις που εμπλέκονται στην ασφάλεια και προστασία του καταναλωτή, στις εμπορικές συναλλαγές και τη λειτουργία των κανόνων της αγοράς. Οι μετρολογικές αυτές νομικές διατάξεις χαρακτηρίζονται με τον γενικό όρο «Νομική Μετρολογία». Στην Ελλάδα, αρμόδιος φορέας για τον έλεγχο της εφαρμογής της νομοθεσίας είναι η Διεύθυνση Μετρολογίας της Γενικής Γραμματείας Εμπορίου του

Υπουργείου Ανάπτυξης, σε συνεργασία με τις επιμέρους περιφερειακές της μονάδες.

Ο μετρολογικός έλεγχος στη Νομική Μετρολογία καθορίζεται από εθνικές διατάξεις που είναι εναρμονισμένες σε ευρωπαϊκό επίπεδο και σε συμφωνία με τις συστάσεις του Διεθνούς Οργανισμού Νομικής Μετρολογίας (OIML).

2. Από την εφαρμογή προτύπων για συστήματα ISO 9001, ISO 14001, ISO 17025, OHSAS 18001, HACCP, προτύπων πιστοποίησης προϊόντων καθώς και απαιτήσεις ελέγχου κόστους και λειτουργίας φορέων και επιχειρήσεων.

Ο μετρολογικός έλεγχος στα πλαίσια αυτά δεν έχει νομικά υποχρεωτικό χαρακτήρα και φέρει τον όρο «Βιομηχανική Μετρολογία». Το ΕΙΜ είναι αρμόδιο για τη «Βιομηχανική Μετρολογία» αφού αποτελεί και την κορυφή του μετρολογικού συστήματος της χώρας. Όλες οι μετρήσεις και οι μετρολογικοί έλεγχοι που πραγματοποιούνται στα πλαίσια είτε της Νομικής είτε της Βιομηχανικής Μετρολογίας είναι απαραίτητο να έχουν ιχνηλασιμότητα στα εθνικά πρότυπα.

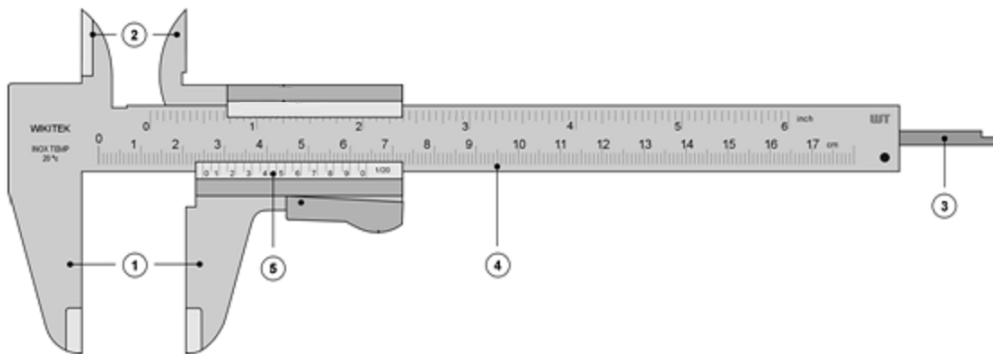
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Όργανα Μέτρησης Μήκους

Η μηχανή TESA UPC διακρίβώνει πρότυπα πλακίδια με την μέθοδο της σύγκρισης. Τα πλακίδια με την σειρά τους διακρίβώνουν κάποια από τα πολύ σημαντικά όργανα μέτρησης μήκους όπως μικρόμετρα, παχύμετρα με την μέθοδο της μέτρησης. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά κάποια θεωρητικά στοιχεία για τα πρότυπα πλακίδια τα μικρόμετρα και τα παχύμετρα.

4.1 Παχύμετρο

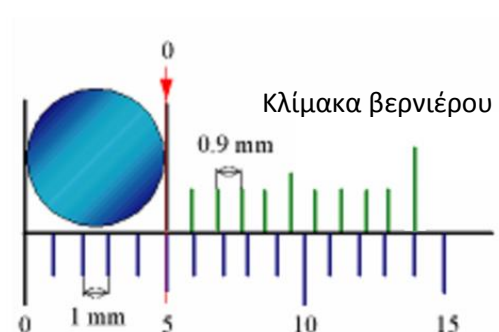
Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται ένα παχύμετρο με τα διάφορα μέρη που το αποτελούν.



1. Εξωτερικές σιαγόνες
2. Εσωτερικές σιαγόνες
3. Προεξοχή η οποία συνδέεται με το κινητό μέρος του οργάνου και μετρά το βάθος μιας εσοχής.
4. Κύρια κλίμακα η οποία είναι βαθμολογημένη σε εκατοστόμετρα και υποδιαιρεμένη σε χιλιοστόμετρα.
5. Βερνιέρο η οποία είναι μικρή κλίμακα που ολισθαίνει κατά μήκος της κύριας κλίμακας.

Ο βερνιέρος χρησιμεύει στον υπολογισμό του κλάσματος μιας υποδιαίρεσης της κύριας κλίμακας με ακρίβεια.

Στην κλίμακα του βερνιέρου υπάρχουν δέκα υποδιαιρέσεις με συνολικό μήκος 9 mm. Επομένως το μήκος μιας υποδιαίρεσης της κλίμακας αυτής είναι 0,9 mm δηλαδή κατά 0,01 cm (0,1 mm) μικρότερο από το μήκος μιας υποδιαίρεσης της κύριας κλίμακας.

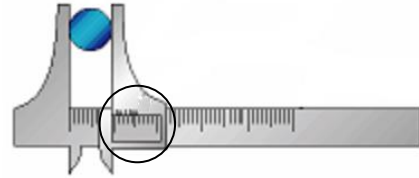


Το 0,01 cm είναι και ο βαθμός ακρίβειας με το οποίο μετρά το όργανο και ονομάζεται σταθερά του βερνιέρου.

Κύρια Κλίμακα

Μέτρηση μήκους

Για τη μέτρηση του μήκους ενός αντικειμένου χρησιμοποιούνται οι εξωτερικές σιαγόνες του παχύμετρου. Το αντικείμενο τοποθετείται όπως δείχνει το σχήμα.

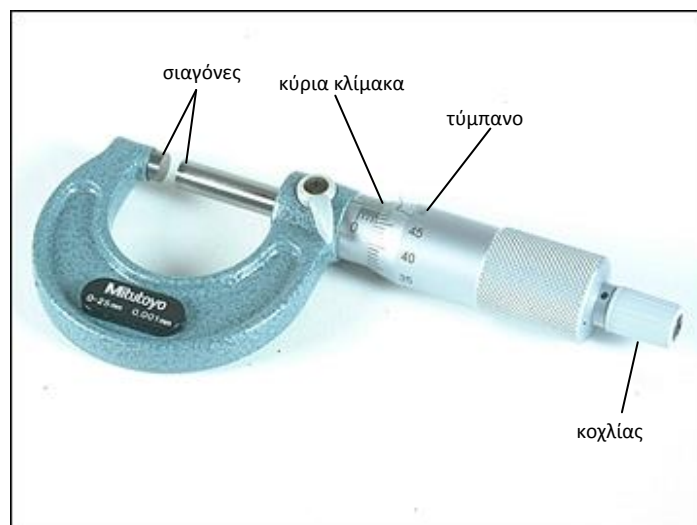


Μέτρηση: κύρια κλίμακα = 3,4cm
+ κλίμακα βερνιέρου = 0,7 mm
Μήκος Αντικειμένου = 3,47 cm

Το μήκος του αντικειμένου είναι μεγαλύτερο από 3,4 cm αλλά μικρότερο από 3,5 cm. Η έβδομη χαραγή της κλίμακας του βερνιέρου συμπίπτει με μία από τις χαραγές της κύριας κλίμακας. Επομένως το μήκος του αντικειμένου είναι 3,47 cm.

4.2 Μικρόμετρο

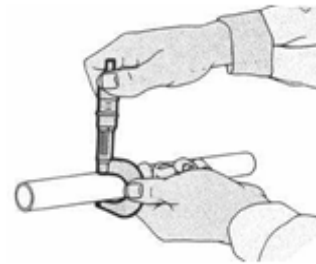
Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται ένα μικρόμετρο με τα διάφορα μέρη που το αποτελούν.



1. Το στέλεχος πάνω στο οποίο είναι χαραγμένη η κύρια κλίμακα
2. Το τύμπανο που έχει στο ένα άκρο του κλίμακα με 50 υποδιαίρεσεις
3. Ο μικρός κοχλίας

Μέτρηση μήκους

Για τη μέτρηση της διαμέτρου ενός αντικειμένου περιστρέφεται το τύμπανο μέχρι το αντικείμενο να βρεθεί κοντά στις σιαγόνες. Στη συνέχεια περιστρέφεται ο κοχλίας μέχρι οι δύο σιαγόνες να συσφίξουν το αντικείμενο.



Οι 50 υποδιαίρεσεις της κλίμακας του τυμπάνου αντιστοιχούν σε μετακίνηση 0,5 mm στην κύρια κλίμακα. Για κάθε πλήρη περιστροφή του τυμπάνου αυτό προχωρεί κατά 0,5 mm πάνω στην κύρια κλίμακα. Έτσι μια (1) υποδιαίρεση της κλίμακας του τυμπάνου αντιστοιχεί σε μετακίνηση 0,01 mm της κύριας κλίμακας. (0,5 mm/50)

Η διάμετρος ενός αντικειμένου ισούται με το άθροισμα των ενδείξεων της κύριας κλίμακας και της κλίμακας του τυμπάνου.

Στο διπλανό σχήμα η 6^η υποδιαίρεση συμπίπτει με την οριζόντια γραμμή της κύριας κλίμακας με αποτέλεσμα η διάμετρος του αντικειμένου να ισούται 3,56 mm.



$$\begin{aligned} \text{Μέτρηση: κύρια κλίμακα} &= 3,5 \text{ mm} \\ + \text{ κλίμακα του τυμπάνου} &= 0,06 \text{ mm} \\ \text{Διάμετρος αντικειμένου} &= 3,56 \text{ mm} \end{aligned}$$

Άλλα παραδείγματα μέτρησης του μήκους διαφόρων αντικειμένων φαίνονται στα πιο κάτω σχήματα.



$$\begin{aligned} \text{Μέτρηση: κύρια κλίμακα} &= 7 \text{ mm} \\ + \text{ κλίμακα του τυμπάνου} &= 0,38 \text{ mm} \\ \text{Διάμετρος αντικειμένου} &= 7,38 \text{ mm} \end{aligned}$$



Μέτρηση: κύρια κλίμακα = 7,5 mm
+ κλίμακα του τυμπάνου = 0,22 mm
Διάμετρος αντικειμένου = 7,72 mm

4.3 Πρότυπα πλακίδια (gage block ή slip gage)

Είναι επινόηση του Σουηδού Carl Johansson. Είναι πρότυπα άκρων μήκους έως 200mm. Είναι ορθογώνια παραλληλεπίπεδα, των οποίων δύο επιφάνειες είναι τελειώς λείες (υψηλή ποιότητα τραχύτητας επιφάνειας), επίπεδες και παράλληλες. Η μεταξύ τους απόσταση είναι το ονομαστικό μήκος του κάθε πλακιδίου. Τα ονομαστικά τους μήκη ορίζονται είτε στο μετρικό σύστημα (mm) ή στο αγγλικό σύστημα (1 ίντσα = 25,4 mm).



Το μήκος των πλακιδίων είναι ορισμένο στις συνθήκες αναφοράς:

- Θερμοκρασία: 20 °C (68 °F)
- Βαρομετρική πίεση: 101.325 Pa (1 atm)
- Πίεση υδρατμών: 1,333 Pa
- Περιεκτικότητα αέρα σε CO₂: 0,03%

Τα πρότυπα πλακίδια καθορίζονται διεθνώς από το πρότυπο ISO 3650. Υπάρχουν τέσσερεις ορισμένοι βαθμοί ανοχών στο πρότυπο ISO 3650

- Grade 00
- Grade 0
- Grade 1
- Grade 2

Ο αλγόριθμος για τις ανοχές του μήκους φαίνεται στον Πίνακα 4.3 και υπάρχουν κανόνες για την στρογγυλοποίησή τους που βρίσκονται στο πρότυπο.

Πίνακας 4.3: Απόκλιση από το ονομαστικό μήκος ανάλογα με το βαθμό

Βαθμός	Απόκλιση από το ονομαστικό μήκος (μm)
00	(0.05 + 0.0001L)
0	(0.10 + 0.0002L)
1	(0.20 + 0.0004L)
2	(0.40 + 0.0008L)

Όπου L είναι το ονομαστικό μήκος του πλακιδίου σε χιλιοστά (mm).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Ποιότητα και Στατιστική στην Παραγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με τις έννοιες της ποιότητας και των προδιαγραφών. Και οι δύο έννοιες αποτελούν την αφετηρία στην προσπάθεια όχι μόνο να παράγουμε καλύτερα και φθηνότερα προϊόντα, αλλά και για να βεβαιωθούμε ότι τελικά έχουμε πράγματι πετύχει αυτό που επιθυμούμε. Επίσης θα ασχοληθούμε με την στατιστική που μελετά τις μετρήσεις και την αξιολόγηση των μεθόδων διαδικασιών μέτρησης.

5.1 Ποιότητα

Συχνά μιλάμε για την ποιότητα και λέμε ότι ένα προϊόν είναι καλής ποιότητας ή ότι συγκρινόμενο με ένα άλλα είναι καλύτερης ποιότητας. Η κρίση μας αυτή είναι ορθή μόνο όταν έχουμε καθορίσει το σκοπό για τον οποίο προορίζεται το προϊόν. Αυτός ο παράγοντας καθορίζει την ποιότητα σε κάθε είδους προϊόν/έργο Από ένα αυτοκίνητο ως κάποιο οδικό άξονα που κατασκευάζεται.

Λέγεται συνήθως και συχνά ακούμε ότι η παραγωγή αρχίζει από τη ζήτηση, από την πώληση δηλαδή. Με αυτό εννοούμε ότι επειδή τα άτομα αγοράζουν τα διάφορα αγαθά/προϊόντα για να τα χρησιμοποιήσουν και να ικανοποιήσουν με αυτά τις ανάγκες τους, κανένα αγαθό/προϊόν δεν πρόκειται να πωληθεί, εάν δεν είναι κατασκευασμένο για να ικανοποιεί μια συγκεκριμένη ανάγκη.

Οι παραγωγοί λοιπόν δεν έχουν παρά να κατασκευάζουν τα διάφορα αγαθά/προϊόντα με βάση τις επιθυμίες των υποψηφίων πελατών, γιατί μόνο τότε είναι δυνατό να πουλήσουν τα προϊόντα τους και συνεπώς να κερδίσουν.

Οι επιθυμίες όμως των διαφόρων πελατών είναι διάφορες και οι επιθυμίες του ιδίου αγοραστή πολλές φορές αντικρουόμενες. Ο ένας καταναλωτής ζητά γρήγορο αυτοκίνητο και με μικρό χώρο αποσκευών, ενώ ο άλλος αυτοκίνητο μέσης ταχύτητας και με μεγάλο χώρο αποσκευών. Εξάλλου είναι κατασκευαστικά αδύνατο ένα αυτοκίνητο να είναι και ευρύχωρο και ταχύ και οικονομικό.

Έτσι, όταν το προϊόν είναι καινούργιο ανταποκρίνεται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του λιγότερο ή περισσότερο στις απαιτήσεις και επιθυμίες του πελάτη. Εξάλλου, τα προϊόντα φθείρονται και συνεπώς όσο περνά ο καιρός όλο και λιγότερο καλύπτουν την ανάγκη ή τις ανάγκες για την κάλυψη των οποίων προορίζονται.

Αυτά αποτελούν την μία πλευρά του ζητήματος, γιατί εκτός από αυτά για τον πελάτη υπάρχει και εκείνο που σε κάθε αγορά καλούμε τιμή, τιμή του

αγαθού, τιμή του προϊόντος. Ο καταναλωτής δέχεται να πληρώσει για να ικανοποιήσει την ανάγκη του και μάλιστα να πληρώσει τόσο περισσότερο, όσο περισσότερο ικανοποιείται η ανάγκη του αυτή. Ο παραγωγός δαπανά χρήματα για τα υλικά, την κατεργασία και την πώληση και αντί αυτών λαμβάνει το αντίτιμο που καταβάλλει ο καταναλωτής.

Ο καταναλωτής καταβάλλει περισσότερα ανάλογα με την εξυπηρέτηση την οποία απολαμβάνει από το προϊόν και αφού πρώτα συγκρίνει τα χαρακτηριστικά και τις τιμές άλλων όμοιων προϊόντων στην αγορά. Έτσι ο καταναλωτής προτιμά εκείνο το προϊόν, για το οποίο βεβαιώνεται ότι σε συνδυασμό με την τιμή που καταβάλλει ικανοποιεί τις ανάγκες του κατά τον καλύτερο, που μπορεί να καταφέρει, τρόπο.

Τα προϊόντα που διατίθενται στην αγορά έχουν δύο κύρια χαρακτηριστικά την ποιότητα και την τιμή πώλησης. Τα δυο αυτά χαρακτηριστικά είναι ανάλογα δηλαδή όσο αυξάνεται η ποιότητα του προϊόντος τόσο αυξάνετε και το κόστος παραγωγής και αυτό με την σειρά του προστίθεται στην τιμή πώλησης.

Με την λέξη “ποιότητα” εννοούμε το χαρακτηριστικό ή τα χαρακτηριστικά που καθιστούν το προϊόν περισσότερο ή λιγότερο κατάλληλο για τον σκοπό για τον οποίο προορίζεται.

Η τελική προτίμηση του πελάτη θα εξαρτηθεί ίσως και από το χρόνο παράδοσης. Προϊόντα ετοιμοπαράδοτα προτιμώνται από άλλα όμοια που κατασκευάζονται επί παραγγελία.

5.2 Προδιαγραφές

Για να μπορέσει όμως ο παραγωγός να κατασκευάσει προϊόντα κατάλληλα για το σκοπό για τον οποίο προορίζονται και σε ποιότητα και σε τιμή που θα προσελκύσουν τον καταναλωτή και θα τον κάνουν δικό του πελάτη, πρέπει ο ίδιος ή το επιτελείο του από ειδικούς να μελετήσει τα χαρακτηριστικά που συνθέτουν την ποιότητα, να τα καταγράψει και να καθορίσει τις επιτρεπόμενες διακυμάνσεις σε κάθε ένα από αυτά. Δηλαδή να καταστρώσει τις προδιαγραφές.

Σ' αυτές πρέπει να περιγράψει, με όση χρειάζεται ακρίβεια και λεπτομέρεια τα τεχνικά, λειτουργικά και εργονομικά χαρακτηριστικά του προϊόντος που επιθυμεί να κατασκευάσει.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά αναφέρονται στις κατασκευαστικές λεπτομέρειες, για παράδειγμα:

- το πάχος επιψευδαργυρώσεως,
- το μοτέρ να μην υπερθερμαίνεται σε συνεχή λειτουργία

- η λαβίδα ενός αναμικτήρα χεριού πρέπει να είναι στο κέντρο της συσκευής ώστε να είναι δυνατό να κρατιέται με το ένα χέρι.

Στην κατάστρωση των προδιαγραφών, όπως είδαμε πιο πάνω, ο παραγωγός θα κατευθυνθεί από τις επιθυμίες και τις απαιτήσεις των καταναλωτών που θέλει να κάνει δικούς του πελάτες. Συγκεκριμένα ο παραγωγός θα κατευθυνθεί από τα πορίσματα της μελέτης της αγοράς.

Μάλιστα η μελέτη της αγοράς πρέπει να είναι συνεχής, δηλαδή να επαναλαμβάνεται κατά συχνά ή αραιά χρονικά διαστήματα (ανάλογα με το προϊόν και την αγορά στην οποία απευθύνεται), ώστε ο παραγωγός να προσαρμόζει την παραγωγή του στις νέες ή μεταβαλλόμενες απαιτήσεις ή επιθυμίες των πελατών του. Έτσι θα διατηρήσει τους πελάτες του και θα προσελκύσει και νέους πελάτες.

Οι προδιαγραφές λοιπόν βγαίνουν από αυτόν που τελικά θα αποφασίσει (την αγορά ή την μη αγορά του προϊόντος), δηλαδή τον υποψήφιο αγοραστή και καθοδηγούν τον παραγωγό κατά την διάρκεια του σχεδιασμού και της μορφοποίησης του προϊόντος. Η επιτυχία μιας επιχείρησης συνίσταται στο να διαθέτει προϊόντα σε χαμηλότερη τιμή από τους συναγωνιστές της και σε καλύτερη ποιότητα, δηλαδή προϊόντα σύμφωνα με τις προδιαγραφές, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη.

Οι προδιαγραφές που καθορίζονται πρώτα περιγράφουν τα χαρακτηριστικά του προϊόντος και ονομάζονται εξωτερικές προδιαγραφές. Με βάση τις εξωτερικές προδιαγραφές, την μελέτη της παραγωγικής διαδικασίας και τα διατιθέμενα μέσα καθορίζονται οι προδιαγραφές κατασκευής ή εσωτερικές προδιαγραφές.

Οι προδιαγραφές κατασκευής είναι αυστηρότερες και λεπτομερέστερες από τις εξωτερικές προδιαγραφές, ώστε τα προϊόντα που θα κατασκευαστούν σύμφωνα με σε αυτές να είναι σύμφωνα με τις εξωτερικές προδιαγραφές και μάλιστα με κάποιο "περιθώριο" ή συντελεστή ασφάλειας.

Όταν συνταχθούν οι προδιαγραφές κατασκευής τότε είναι γνωστό το τι θα κατασκευασθεί και το πώς θα κατασκευασθεί. Μένει λοιπόν να εξασφαλισθεί ότι τα προϊόντα που θα παραχθούν θα ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές κατασκευής. Αν δεν συμφωνούν, δεν θα πωληθούν και συνεπώς ο παραγωγός όχι μόνον δεν θα κερδίσει την διαφορά τιμής πωλήσεως και κόστους, αλλά και θα ζημιωθεί κατά το ποσό που στοίχισε η παραγωγή τους, αφού τα προϊόντα θα παραμείνουν απόλυτα στις αποθήκες του.

Στα επόμενα θα εξετάσουμε τον τρόπο με τον οποίο θα εξασφαλισθεί ο παραγωγός ότι τα προϊόντα που θα παραχθούν συμφωνούν με τις προδιαγραφές, δηλαδή ότι είναι αυτά που πρέπει να παραχθούν.

5.3 Έλεγχος παραγωγής

Είναι γνωστό πως κάθε μηχανή, κάθε παραγωγική διαδικασία, για να παράγει ορισμένα προϊόντα πρέπει να λειτουργεί με κατάλληλες συνθήκες παραγωγής, παραδείγματος χάρη με σωστή ρύθμιση της μηχανής ή των μηχανών. Όταν η ρύθμιση της μηχανής και οι άλλες συνθήκες παραγωγής παραμένουν αμετάβλητοι και το υλικό με το οποίο τροφοδοτείται η μηχανή είναι καλό, τότε παράγονται προϊόντα σύμφωνα με τις προδιαγραφές.

Στην πραγματικότητα όμως οι συνθήκες παραγωγής δεν παραμένουν αμετάβλητες και υπάρχει πάντα ο κίνδυνος απορρύθμισης της χρησιμοποιούμενης μηχανής με συνέπεια να παραχθούν σκάρτα περισσότερα από τα προβλεπόμενα από τις προδιαγραφές. Αυτό σημαίνει ότι είμαστε υποχρεωμένοι να προβαίνουμε κατά διαστήματα σε έλεγχο των συνθηκών παραγωγής, έτσι ώστε σε περίπτωση που παρατηρήσουμε αλλαγή στις συνθήκες παραγωγής να επέμβουμε αμέσως και να αποκαταστήσουμε την ρύθμιση που εξασφαλίζει την ποιότητα που επιθυμούμε.

Βέβαια το πόσο συχνά θα κάνουμε τον έλεγχο της ρύθμισης της μηχανής εξαρτάται όχι μόνο από την σταθερότητα των συνθηκών παραγωγής, αλλά και από τις επιπτώσεις που η απορρύθμιση της μηχανής έχει στο τελικό προϊόν.

Σε μια φάση παραγωγής είναι δυνατόν να μη μεταβάλλονται οι συνθήκες παραγωγής και συνεπώς να μη χρειάζεται έλεγχος των συνθηκών παραγωγής σε αυτή τη φάση.

Είναι δυνατό επίσης δύο φάσεις να είναι διαδοχικές και να γίνεται έλεγχος και για τις δύο μαζί όταν το προϊόν έχει υποστεί και τις δύο κατεργασίες.

Το σύστημα των ποιοτικών ελέγχων που μας εξασφαλίζει ότι οι μηχανές εργάζονται με τον τρόπο που προβλέπεται από τις προδιαγραφές καλείται σύστημα προληπτικού ελέγχου ποιότητας.

Εξάλλου σε μια παραγωγική διαδικασία ενδέχεται να παράγονται και σκάρτα, τα οποία αν δεν διαχωριστούν και δεν απομακρυνθούν από τα καλά κομμάτια θα υποστούν και τις επόμενες φάσεις κατεργασίας.

Είναι λοιπόν όχι μόνο λογικό, αλλά και συμφέρον, τα σκάρτα να απομακρύνονται από την παραγωγική διαδικασία και μάλιστα όσο το δυνατόν συντομότερα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο καθορίζονται ενδιάμεσοι έλεγχοι παραδοχής των ημικατεργασμένων προϊόντων.

Τελικά, όταν τελειώσει η παραγωγή, πρέπει πάλι να διαχωριστούν τα προϊόντα που θα διοχετευθούν στην κατανάλωση από εκείνα που χαρακτηρίζονται σκάρτα και τα οποία κατά συνέπεια δεν θα είναι σκόπιμο να έχουν σαν προορισμό τους τον πελάτη. Ο έλεγχος που γίνεται, σε αυτό το στάδιο ονομάζεται τελικός έλεγχος παραγωγής.

Μέχρι τώρα έχουμε μιλήσει για όλα τα είδη των ελέγχων και φαίνεται σαν η λύση του προβλήματος που τίθεται σχετικά με το πώς θα εξασφαλισθεί ο παραγωγός πως πράγματι κατασκευάζει προϊόντα που ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές κατασκευής τις οποίες έχει υιοθετήσει, να είναι η εφαρμογή ενός εκτεταμένου συστήματος ποιοτικού ελέγχου που θα περιλαμβάνει ελέγχους πρώτων υλών, προληπτικούς ελέγχους, ενδιάμεσους ελέγχους παραδοχής και τελικούς ελέγχους παραδοχής. Το εκτεταμένο αυτό σύστημα ελέγχων είναι βέβαιο ότι θα του εξασφαλίσει προϊόντα υψηλής ποιοτικής στάθμης, το κόστος όμως των ελέγχων αυτών είναι ενδεχόμενο να έχει επιβαρύνει τόσο πολύ το κόστος των προϊόντων ώστε να μην είναι πλέον δυνατό τα προϊόντα να πωληθούν με κέρδος για τον επιχειρηματία/παραγωγό.

Η επιτυχία του παραγωγού δεν εξαρτάται μόνο από το να βρει ένα σύστημα παραγωγής που θα κοστίζει όσο το δυνατό λιγότερο σε υλικά, εγκαταστάσεις και εργατικά, αλλά και από το να καθορίσει ένα σύστημα ποιοτικού ελέγχου τέτοιο, ώστε, οι πραγματοποιούμενοι αναγκαίοι έλεγχοι να εξασφαλίζουν την επιθυμητή ποιότητα που έχει οριστεί από τις προδιαγραφές και να έχουν την μικρότερη συνολική επιβάρυνση των προϊόντων.

Η καθιέρωση Δειγματολογικού Ελέγχου, αντί του Ελέγχου-100% συνήθως έχει σαν συνέπεια την μείωση του κόστους διεξαγωγής του ελέγχου και μάλιστα χωρίς αυτό να σημαίνει και ταυτόχρονη αντίστοιχη μείωση της αποτελεσματικότητας. Πολλές φορές παρατηρήθηκε ακόμη και αύξηση της αποτελεσματικότητας του δειγματοληπτικού ελέγχου σε σύγκριση με τον Έλεγχο-100%.

Ο Έλεγχος-100% δεν είναι, όσο φαίνεται ασφαλής γιατί προϋποθέτει προσωπικό που εργάζεται με προσοχή, ευσυνειδησία και ικανότητα. Τέτοιο προσωπικό διατίθεται σήμερα δύσκολα όταν μάλιστα ληφθεί υπόψη η μονοτονία και η νευρική κόπωση από την εργασία του Ελέγχου-100%.

Ο δειγματοληπτικός έλεγχος είναι δυνατό να είναι πιο αποτελεσματικός επειδή:

- Η δειγματοληψία και τα κριτήρια παραδοχής βασίζονται σε επιστημονικές βάσεις,
- οι ελεγχόμενες μονάδες είναι πολύ λιγότερες και συνεπώς είναι δυνατό να εξευρεθεί ικανό και εξασκημένο προσωπικό για τον έλεγχο, ο οποίος λόγω του μικρού αριθμού των τεμαχίων που ελέγχονται θα γίνει από ελεγκτές που δεν θα αισθάνονται μονοτονία ή νευρική κόπωση.

Σε μερικές περιπτώσεις κατ' ανάγκην χρησιμοποιούμε δειγματοληπτικό έλεγχο όπως όταν έχουμε να δοκιμάσουμε προϊόντα που καταστρέφονται ή καταναλίσκονται κατά την δοκιμή π.χ. πολεμοφόδια, φιάλες υγραερίου σε αντοχή, τρόφιμα, προϊόντα καπνού κ.α.

Ο δειγματοληπτικός έλεγχος στηρίζεται στην εξέταση ενός μικρού δείγματος που λαμβάνεται από μια μεγαλύτερη ποσότητα, την μερίδα. Από τα

αποτελέσματα που προκύπτουν από την εξέταση του μικρού δείγματος συνάγουμε ασφαλή συμπεράσματα που αφορούν ολόκληρη τη μερίδα του προϊόντος από την οποία έχει ληφθεί το δείγμα.

Για να πετύχει όμως η εφαρμογή ενός δειγματοληπτικού σχεδίου ελέγχου, πρέπει αυτός που το χρησιμοποιεί και προβαίνει στην εφαρμογή του, να έχει γνώσεις Στατιστικής Ανάλυσης.

5.4 Στατιστική στην παραγωγή

Η Στατιστική είναι μια βασική εφαρμοσμένη επιστήμη, χρήσιμη και βοηθητική στην περιγραφή πολλών φαινομένων μεταξύ των οποίων και των φαινομένων της παραγωγής. Πριν όμως εξετασθούν διάφορες εφαρμογές της Στατιστικής που έχουν σχέση με την Παραγωγή πρέπει να καθορισθεί η έννοια της Παραγωγής ή ακριβέστερα της Παραγωγικής Διαδικασίας.

“Παραγωγική Διαδικασία, είναι εκείνη η διαδικασία κατά την οποία μηχανήματα (κεφαλαιουχικός εξοπλισμός πάσης φύσεως) χρησιμοποιούμενα από ανθρώπους (εργαζόμενοι) μεταβάλλουν την μορφή και τις ιδιότητες των πρώτων υλών με αποτέλεσμα την παραγωγή προϊόντων.”

Κατά την διάρκεια της διαδικασίας αυτής διάφοροι παράγοντες επιδρούν και μεταβάλλεται η μορφή και οι ιδιότητες των παραγομένων προϊόντων. Επιβάλλεται λοιπόν η γνώση των παραγόντων αυτών και της επιδράσεως τους στα προϊόντα ώστε με κατάλληλες ενέργειες να αποτρέπονται, αν είναι δυνατό, οι ανεπιθύμητες επιδράσεις τους.

Στη παραγωγική διαδικασία ο όρος προϊόν μπορεί να σημαίνει και υπηρεσία όπου απαιτείται.

Οι παράγοντες που επιδρούν στην μορφή και τις ιδιότητες των προϊόντων προέρχονται από:

- Τις πρώτες ύλες: Η σύνθεση και εν γένει οι ιδιότητες των πρώτων υλών
- Τις μηχανές: Το είδος των μηχανών, το είδος των εργαλείων, η κατάσταση και η εν γένει λειτουργική ικανότητα των μηχανών, η ηλικία, η ρύθμιση των μηχανών κ.α.
- Τους εργαζομένους: Η ικανότητα, η επιμέλεια, η ηλικία, η πείρα, η γενική και τεχνική εκπαίδευση των εργαζομένων, η ακολουθούμενη μέθοδος εργασίας κ.α.
- Τις συνθήκες της εργασίας: Οι κλιματολογικές συνθήκες, οι διανθρώπινες σχέσεις, τα παρεχόμενα κίνητρα, η ώρα και η διάρκεια της εργασίας κ.α.

Τα παραγόμενα προϊόντα, επειδή είναι αδύνατο οι άνω παράγοντες να μείνουν σταθεροί, πάντοτε διαφέρουν μεταξύ τους.

Οι πρώτες ύλες διαφέρουν από μερίδα σε μερίδα, οι συνθήκες των μηχανών εν γένει μεταβάλλονται (φθείρονται τα εργαλεία, απορρυθμίζονται οι μηχανές κ.α.), η συμπεριφορά των εργαζομένων αλλάζει (μεταβάλλεται το ενδιαφέρον και η διάθεσή τους, αντικαθίσταται από άλλους, κάνουν μικρές αλλαγές στη μέθοδο εργασίας κ.α.) και οι συνθήκες εργασίας συνεχώς μεταβάλλονται (αλλαγή θερμοκρασίας, θόρυβοι, συμπεριφορά προϊσταμένου, συμπεριφορά συναδέλφων, κ.α.).

Η διαφορά συνεπώς των προϊόντων μολονότι ανεπιθύμητη είναι αναπόφευκτη και δικαιολογημένη. Η διαφορά αυτή των προϊόντων οφείλεται σε άγνωστες ή ακόμη και σε γνωστές αιτίες με πολύπλοκη επίδραση ώστε να θεωρούνται και αυτές άγνωστες.

Τα μεγέθη, των οποίων οι μεταβολές οφείλονται σε αιτίες άγνωστες, ή σε γνωστές με άγνωστη ή πολύπλοκη επίδραση ώστε να δύναται να θεωρηθούν άγνωστες, ονομάζονται στοχαστικά μεγέθη.

Τα στοχαστικά μεγέθη διακρίνονται σε ασυνεχή αυτά που παίρνουν διάφορες διακεκριμένες τιμές και σε συνεχή που παίρνουν όλες τις τιμές μέσα σε ένα διάστημα τιμών. Η Στατιστική ασχολείται με την εξέταση των ιδιοτήτων των στοχαστικών μεγεθών προς εξαγωγή των αναγκαίων συμπερασμάτων.

Στη συνέχεια αναπτύσσονται μερικές ιδιότητες των στοχαστικών μεγεθών και οι πιο απλοί τρόποι εξαγωγής συμπερασμάτων που χρησιμοποιούνται στον στατιστικό έλεγχο της ποιότητας των προϊόντων.

5.5 Μέση τιμή και τυπική απόκλιση δείγματος στοχαστικού μεγέθους

Οι παράμετροι διακρίνονται σε παραμέτρους θέσης που καθορίζουν την θέση της καμπύλης κατανομής των τιμών στον άξονα των τιμών και σε παραμέτρους διασποράς που καθορίζουν την έκταση της καμπύλης κατανομής.

- Παράμετροι θέσης είναι η Μέση τιμή, η Κεντρική τιμή και η Πιθανότερη τιμή.
- Παράμετροι διασποράς είναι Κύρια ή Μέση απόκλιση, η Τυπική απόκλιση, η Ακραία διαφορά και η Πιθανή απόκλιση.

Από τις παραμέτρους αυτές αναφέρονται οι κυριότερες. Η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση και η ακραία διαφορά. Παρακάτω αναπτύσσεται ο τρόπος υπολογισμού τους.

Οι επαναλαμβανόμενες σειρές μετρήσεων του ίδιου αντικειμένου υπό συνθήκες επαναληψιμότητας δημιουργούν τη βάση για τον υπολογισμό των τυχαίων σφαλμάτων.

Συνήθως γίνεται μία τυχαία επιλογή n πλήθους τιμών, μεταξύ 8 και 25, οι οποίες ακολουθούν κυρίως την κανονική κατανομή.

Μερικές φορές κατά τις μετρήσεις εμφανίζονται κάποιες ακραίες τιμές οι οποίες δεν ανήκουν στην κανονική κατανομή. Οι ακραίες αυτές τιμές διαγράφονται μετά από ειδικό έλεγχο τον Dixon Test, μόνον αν η τιμή τους z_B είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη τιμή z_T .

α/α	Τιμή z_T για $P = 95\%$	Μετρημένο μέγεθος	
		$z_{B(n)}$ (για τη μέγιστη τιμή)	$z_{B(1)}$ (για την ελάχιστη τιμή)
5	0,642		
6	0,560	$\frac{X_{(n)} - X_{(n-1)}}{X_{(n)} - X_{(1)}}$	$\frac{X_{(2)} - X_{(1)}}{X_{(n)} - X_{(1)}}$
7	0,507		
8	0,554		
9	0,512	$\frac{X_{(n)} - X_{(n-1)}}{X_{(n)} - X_{(2)}}$	$\frac{X_{(2)} - X_{(1)}}{X_{(n-1)} - X_{(1)}}$
10	0,477		
11	0,576		
12	0,546	$\frac{X_{(n)} - X_{(n-2)}}{X_{(n)} - X_{(2)}}$	$\frac{X_{(3)} - X_{(1)}}{X_{(n-1)} - X_{(1)}}$
13	0,521		
14	0,546		
15	0,525		
16	0,507		
17	0,490		
18	0,475		
19	0,462	$\frac{X_{(n)} - X_{(n-2)}}{X_{(n)} - X_{(3)}}$	$\frac{X_{(3)} - X_{(1)}}{X_{(n-2)} - X_{(1)}}$
20	0,450		
21	0,440		
22	0,430		
23	0,421		
24	0,413		
25	0,406		

Σχήμα 5.1: Dixon Test

Αν οι μετρημένες τιμές τοποθετηθούν με αύξουσα σειρά τότε η μέγιστη τιμή $x_{(n)}$ και η ελάχιστη $x_{(1)}$ παραλείπονται μόνον αν $z_{B(n)} > z_T$ και $z_{B(1)} > z_T$.

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να απομακρυνθούν όλες οι ακραίες τιμές.

Η αριθμητική μέση τιμή υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

όπου n είναι το πλήθος τιμών που προέκυψαν μετά τον έλεγχο Dixon και x_i οι υπό συνθήκες επαναληψιμότητας μετρημένες τιμές.

Η εκτίμηση της διακύμανσης των μεμονωμένων τιμών x_i από τη μέση τους τιμή γίνεται με την **τυπική απόκλιση** s_n στην βιβλιογραφία συναντάτε και ως s . Υπολογίζεται από τον τύπο:

$$s_n = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Το πλήθος των μετρήσεων n προσδιορίζει και την αξιοπιστία της αριθμητικής τιμής της τυπικής απόκλισης. Η τυπική απόκλιση είναι πάντα θετική και η μονάδα της είναι ίδια με αυτή του μετρούμενου μεγέθους.

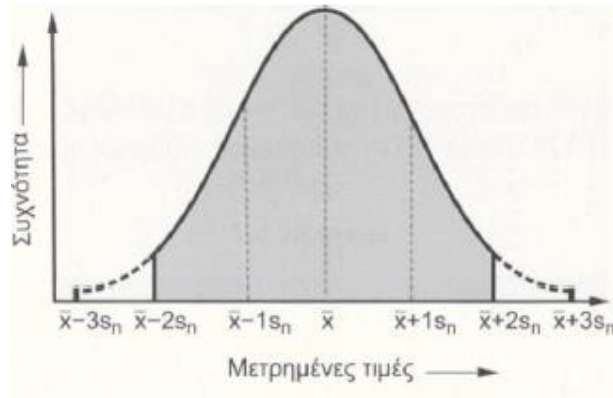
Το εύρος R είναι η διαφορά μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης τιμής των επαναλαμβανόμενων n μετρήσεων, εφόσον έχουν παραλειφθεί οι ακραίες τιμές εάν υπήρχαν.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Στα διαγράμματα του προληπτικού ελέγχου ποιότητας όταν το δείγμα είναι μικρό, όπως συνήθως συμβαίνει, σαν μέτρο της διασποράς λαμβάνουμε την ακραία διαφορά R .

5.6 Κανονική κατανομή

Η κανονική κατανομή, όπως αυτή παρουσιάζεται στο γράφημα του σχήματος 4.2, είναι αποτέλεσμα μεγάλου αριθμού n μετρημένων τιμών.



Σχήμα 5.2: Κανονική Κατανομή

Έχει γίνει όμως παραδοχή να ισχύει και για μικρότερο πλήθος τιμών. Η συμμετρική μορφή της κατανομής οφείλεται στα τυχαία σφάλματα.

Το εύρος της κατανομής, ως πολλαπλάσιο της τυπικής απόκλισης, αποτελεί σημαντικό μέτρο των τυχαίων σφαλμάτων. Το 95,4% των μετρημένων τιμών βρίσκονται στο εύρος $-2s_n$ έως $+2s_n$.

Αυτό σημαίνει ότι οποιαδήποτε τυχαία μετρημένη τιμή θα βρίσκεται σε αυτήν την περιοχή με στατιστική βεβαιότητα 95,4%.

Για την κανονική κατανομή ισχύει ο πίνακας 4.1.

Πίνακας 5.1

Για εύρος από	$\bar{x} - 1s_n$ έως $\bar{x} + 1s_n$	$\bar{x} - 2s_n$ έως $\bar{x} + 2s_n$	$\bar{x} - 3s_n$ έως $\bar{x} + 3s_n$
Στατιστική βεβαιότητα P	68,3%	95,4%	99,7%

Το εμβαδόν της κανονικής κατανομής συναρτήσει της ανηγμένης μεταβλητής z

σε μονάδες τυπικής απόκλισης $z = \frac{x_i - \bar{x}}{s_n}$ δίνεται από τον πίνακα 4.3.

Πίνακας 5.3: Εμβαδόν τυπικής κανονικής καμπύλης από 0 έως z

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	,0000	,0040	,0080	,0120	,0160	,0199	,0239	,0279	,0319	,0359
0,1	,0398	,0438	,0478	,0517	,0557	,0596	,0636	,0675	,0714	,0754
0,2	,0793	,0832	,0871	,0910	,0948	,0987	,1026	,1064	,1103	,1141
0,3	,1179	,1217	,1255	,1293	,1331	,1368	,1406	,1443	,1480	,1517
0,4	,1554	,1591	,1628	,1664	,1700	,1736	,1772	,1808	,1844	,1879
0,5	,1915	,1950	,1985	,2019	,2054	,2088	,2123	,2157	,2190	,2224
0,6	,2258	,2291	,2324	,2357	,2389	,2422	,2454	,2486	,2518	,2549
0,7	,2580	,2612	,2642	,2673	,2704	,2734	,2764	,2794	,2823	,2852
0,8	,2881	,2910	,2939	,2967	,2996	,3023	,3051	,3078	,3106	,3133
0,9	,3159	,3186	,3212	,3238	,3264	,3289	,3315	,3340	,3365	,3389
1,0	,3413	,3438	,3461	,3485	,3508	,3531	,3554	,3577	,3599	,3621
1,1	,3643	,3665	,3686	,3708	,3729	,3749	,3770	,3790	,3810	,3830
1,2	,3849	,3869	,3888	,3907	,3925	,3944	,3962	,3980	,3997	,4015
1,3	,4032	,4049	,4066	,4082	,4099	,4115	,4131	,4147	,4162	,4177
1,4	,4192	,4207	,4222	,4236	,4251	,4265	,4279	,4292	,4306	,4319
1,5	,4332	,4345	,4357	,4370	,4382	,4394	,4406	,4418	,4429	,4441
1,6	,4452	,4463	,4474	,4484	,4495	,4505	,4515	,4525	,4535	,4545
1,7	,4554	,4564	,4573	,4582	,4591	,4599	,4608	,4616	,4625	,4633
1,8	,4641	,4649	,4656	,4664	,4671	,4678	,4686	,4693	,4699	,4706
1,9	,4713	,4719	,4726	,4732	,4738	,4744	,4750	,4756	,4761	,4767
2,0	,4772	,4778	,4783	,4788	,4793	,4798	,4803	,4808	,4812	,4817
2,1	,4821	,4826	,4830	,4834	,4838	,4842	,4846	,4850	,4854	,4857
2,2	,4861	,4864	,4868	,4871	,4875	,4878	,4881	,4884	,4887	,4890
2,3	,4893	,4896	,4898	,4901	,4904	,4906	,4909	,4911	,4913	,4916
2,4	,4918	,4920	,4922	,4925	,4927	,4929	,4931	,4932	,4934	,4936
2,5	,4938	,4940	,4941	,4943	,4945	,4946	,4948	,4949	,4951	,4952
2,6	,4953	,4955	,4956	,4957	,4959	,4960	,4961	,4962	,4963	,4964
2,7	,4965	,4966	,4967	,4968	,4969	,4970	,4971	,4972	,4973	,4974
2,8	,4974	,4975	,4976	,4977	,4977	,4978	,4979	,4979	,4980	,4981
2,9	,4981	,4982	,4982	,4983	,4984	,4984	,4985	,4985	,4986	,4986
3,0	,4987	,4987	,4987	,4988	,4988	,4989	,4989	,4989	,4990	,4990
3,1	,4990	,4991	,4991	,4991	,4992	,4992	,4992	,4992	,4993	,4993
3,2	,4993	,4993	,4994	,4994	,4994	,4994	,4994	,4995	,4995	,4995
3,3	,4995	,4995	,4995	,4996	,4996	,4996	,4996	,4996	,4996	,4997
3,4	,4997	,4997	,4997	,4997	,4997	,4997	,4997	,4997	,4997	,4998
3,5	,4998	,4998	,4998	,4998	,4998	,4998	,4998	,4998	,4998	,4998
3,6	,4998	,4998	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999
3,7	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999
3,8	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999	,4999
3,9	,5000	,5000	,5000	,5000	,5000	,5000	,5000	,5000	,5000	,5000

Στη Διεθνή Μετρολογία συνηθίζεται να χρησιμοποιείται η στατιστική βεβαιότητα $P=95\%$ (αντιστοιχεί στο $1,96 s_n=2s_n$). Σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιείται η στατιστική βεβαιότητα $P=99,7\%$ που αντιστοιχεί σε εύρος μετρημένων τιμών:

$$x_{\mu} - 3s_n \text{ έως } x_{\mu} + 3s_n$$

5.7 Δείκτης Επαναληψιμότητας και Αναπαραγωγής μέτρησης

Στην βιβλιογραφία συναντάται η Gauge of Repeatability & Reproducibility και ως Gauge R&R, είναι μέθοδος ανάλυσης συστήματος μετρήσεων(MSA), από τα αντίστοιχα στην αγγλική. Όταν λέμε σύστημα μέτρησης εννοούμε τον χειριστή του μηχανήματος, το ίδιο το μηχάνημα που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, το δείγμα των τεμαχίων που έγιναν οι μετρήσεις και τέλος την διαδικασία που ακλουθήσαμε για να κάνουμε τις μετρήσεις.

Σκοπός της μεθόδου είναι πρώτον να μελετήσουμε τι μέρος της μεταβλητότητας οφείλεται στον χειριστή, στο όργανο ή στα τεμάχια, δεύτερον ο διαχωρισμός των συνιστωσών τις μεταβλητότητας στο σύστημα μέτρησης και τέλος η αξιολόγηση της ικανότητας του οργάνου μέτρησης και του μετρητή.

1. **Η μέθοδος Gage R&R** κάνει εκτίμηση μόνο για το σύστημα μέτρησης και όχι για τα τεμάχια που μετρήσαμε. Η Gage R&R δεν ενδιαφέρεται για το πόσο ικανοποιητικά είναι τα τεμάχια που μελετηθήκαν. Αλλά ασχολείται μόνο με το πόσο κατάλληλο είναι το σύστημα που μετρήθηκαν.
2. Εάν το δείγμα μας ήταν ένα τεμάχιο αντιπροσωπευτικό του συνολικού πληθυσμού των 10 τεμαχίων, δεν θα μπορούσαμε να μελετήσουμε την μεταβλητότητα του δοκιμίου. Άρα, όλο το βάρος θα έπεφτε στον παράγοντα άνθρωπος και εξοπλισμός.
3. Για να αυξήσουμε την μελέτη της μεταβλητότητας του δοκιμίου χρειαζόμαστε όσο περισσότερες μετρήσεις του ίδιου τεμαχίου.
4. Με έναν μετρητή η μέθοδος δεν λειτουργεί, γιατί δεν θα μπορούσε να μελετήσει τον παράγοντα μεταβλητότητα του χειριστή. Το ιδανικότερο είναι τρεις μετρητές όπου εξάγονται και τα καλύτερα δυνατά συμπεράσματα.

Υπολογίζουμε το **εύρος ανά τεμάχιο ανά μετρητή**, αν βρούμε τον μέσο ορό των εύρων των δοκιμίων έχουμε το μέσο εύρος ανά μετρητή

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$$

Το μέσο εύρος για το σύνολο των χειριστών υπολογίζεται

$$\bar{\bar{R}} = (\bar{R}_a + \bar{R}_b) / (Aρ. Χειρ.)$$

Το άνω όριο του εύρους κινδύνου υπολογίζεται

$$UCLR = \bar{R} \times D_4$$

και το κάτω όριο του εύρους κινδύνου υπολογίζεται

$$LCLR = \bar{R} \times D_3$$

όπου τα D_3 και D_4 είναι συντελεστές (πίνακας 4.4) που εξαρτώνται από τον αριθμό των τιμών του δείγματος(δηλαδή το πόσες μετρήσεις έγιναν στο κάθε δοκίμιο).

Πίνακας 5.4: Συντελεστές προσδιορισμού ορίων κινδύνων (N είναι ο αριθμός τιμών του δείγματος)

<i>N</i>	<i>A₂</i>	<i>D₃</i>	<i>D₄</i>
2	1,88	0	3,267
3	1,023	0	2,575
4	0,729	0	2,282
5	0,577	0	2,115
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

Το κάτω όριο του μέσου όρου είναι

$$(\bar{x})LCL = \bar{x} - \bar{R} \times A_2$$

Το άνω όριο του μέσου όρου είναι

$$(\bar{x})UCL = \bar{x} + \bar{R} \times A_2$$

όπου το \bar{x} είναι ο μέσος όρος των μέσων όρων των μετρήσεων ως προς τον αριθμό των χειριστών.

Η επαναληψιμότητα ή μεταβλητότητα εξοπλισμού εκφράζει την διακύμανση σε μετρήσεις που έγιναν από έναν μετρητή. Χρησιμοποιώντας πάντα τον ίδιο πρότυπο δακτύλιο, για να μετρήσει τα ίδια ακριβός χαρακτηριστικά, των ιδίων δοκιμίων.

$$EV = \bar{R} \cdot K_1$$

όπου $K_1=1/d_2$, το d_2 είναι συντελεστής που τον επιλεγούμε από τον πίνακα 4.5.

Για την επιλογή d_2 , το Y είναι ο αριθμός των μετρήσεων που έγιναν σε κάθε τεμάχιο. Το X ισούται με τον αριθμό των χειριστών επί τον αριθμό των δοκιμίων.

Πίνακας 5.5: Επιλογή συντελεστού d_2

X \ Y	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,414	1,912	2,239	2,481	2,673	2,83	2,963	3,078	3,179
2	1,279	1,805	2,151	2,405	2,604	2,768	2,906	3,025	3,129
3	1,231	1,769	2,12	2,379	2,581	2,747	2,886	3,006	3,112
4	1,206	1,75	2,105	2,366	2,57	2,736	2,877	2,997	3,103
5	1,191	1,739	2,096	2,358	2,563	2,73	2,871	2,992	3,098
6	1,181	1,731	2,09	2,353	2,558	2,726	2,867	2,988	3,095
7	1,173	1,726	2,085	2,349	2,555	2,723	2,864	2,986	3,092
8	1,168	1,721	2,082	2,346	2,552	2,72	2,862	2,984	3,09
9	1,164	1,718	2,08	2,344	2,55	2,719	2,86	2,982	3,089
10	1,16	1,716	2,077	2,342	2,549	2,717	2,859	2,981	3,088
11	1,157	1,714	2,076	2,34	2,547	2,716	2,858	2,98	3,087
12	1,155	1,712	2,074	2,3439	2,546	2,715	2,857	2,979	3,086
13	1,153	1,71	2,073	2,338	2,545	2,714	2,856	2,978	3,085

14	1,151	1,709	2,072	2,337	2,545	2,714	2,856	2,978	3,085
15	1,15	1,708	2,071	2,337	2,544	2,713	2,855	2,977	3,084
>15	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,97	3,078

Αναπαραγωγικότητα ή μεταβλητότητα μετρητή είναι η διακύμανση των μέσων τιμών των μετρήσεων που έγιναν από διαφορετικούς μετρητές, χρησιμοποιώντας την ίδια διαδικασία, μετρώντας τα ίδια χαρακτηριστικά των ίδιων δακτυλίων.

$$AV = \sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \cdot K_2)^2 - (EV^2 / nr)}$$

όπου το $K_2=1/d_2$, το d_2 το είναι από τον πίνακα 4.5.

Για την επιλογή d_2 το $X = 1$ και Y των αριθμό των χειριστών,

- το n είναι ο αριθμός των δοκιμίων,
- το r είναι ο αριθμός των μετρήσεων.

Η Επαναληψιμότητα & Αναπαραγωγικότητα (R&R) συνδυάζονται με τον τύπο

$$R \& R = \sqrt{EV^2 + AV^2}$$

Μεταβλητότητα δοκιμίου είναι η διαφορά στη μέση τιμή των δυο τουλάχιστον σετ μετρήσεων που έγιναν με την ίδια μέθοδο, στα ίδια τεμάχια, υπό την επίδραση του χρόνου. Υπολογίζεται από τον τύπο

$$PV = R_{χειρ} \times K_3$$

όπου το $R_{χειρ}$ είναι η διαφορά εύρους των χειριστών, το $K_3=1/d_2$, το d_2 το είναι από τον πίνακα 4.5. Για την επιλογή του d_2 το Y ίσο με τον αριθμό των δοκιμίων και για $X=1$

Συνολική μεταβλητότητα είναι ο συνδυασμός της μεταβλητότητας του εξοπλισμού, του μετρητή και των τεμαχίων.

$$TV = \sqrt{(R \& R)^2 + PV^2}$$

Ως ποσοστά τα παραπάνω μεγέθη μετατρέπονται από τους παρακάτω τύπους:

$$EV \% = 100 * (EV/TV)$$

$$AV \% = 100 * (AV/TV)$$

$$R\&R \% = 100 * (R\&R/TV)$$

$$PV \% = 100 * (PV/TV)$$

Ανάλυση αποτελεσμάτων μεθόδου

Τα κριτήρια αποδοχής της μεθόδου μέτρησης είναι:

Για ποσοστό σφάλματος R&R μικρότερο ή ίσο με 10% γίνεται αποδέκτη η μέθοδος.

Για ποσοστό σφάλματος R&R μεγαλύτερο από 10% και μικρότερο 30% γίνεται αποδέκτη υπό την προϋπόθεση της έκδοσης συνοδευτικού έγγραφου. Το έγγραφο θα πρέπει να περιγράφει αναλυτικά τα ευρήματα της έρευνας και να φέρει υπογραφή του Υπεύθυνου Ποιότητας.

Για ποσοστό σφάλματος R&R μεγαλύτερο από 30% δεν γίνεται αποδεκτή η μέθοδος.

Αν η Αναπαραγωγιμότητα είναι μεγαλύτερη από την Επαναληψιμότητα τότε οι πιθανές αιτίες είναι:

Οι μετρητές δεν είναι κατάλληλα εκπαιδευμένοι ή δεν έχουν τη κατάλληλη εμπειρία για να χρησιμοποιήσουν και να εξάγουν αποτελέσματα από την μετρητική διάταξη.

Η διακρίβωση του οργάνου μέτρησης δεν είναι σωστή.

Χρειάζεται αναπόσπαστη βάση πάνω στην τράπεζα μέτρησης ώστε οι μετρητές να διευκολυνθούν στις μετρήσεις τους και να γίνεται ορθότερη χρήση της διάταξης.

Αν η Επαναληψιμότητα είναι μεγαλύτερη από την Αναπαραγωγιμότητα τότε τα πιθανά αίτια είναι:

Η μετρητική διάταξη χρειάζεται συντήρηση.

Το πρότυπο που χρησιμοποιήθηκε στις μετρήσεις πρέπει να ελέχθη γιατί παρουσιάζει μεταβλητότητα ή χρειαζόμαστε πρότυπο μεγαλύτερης ακριβείας για τις μετρήσεις που έγιναν.

Το σύστημα πρόσδεσης του μετρούμενου τεμαχίου στην μετρητική διάταξη πρέπει να βελτιωθεί.

Υπερβολική εσωτερική μεταβλητότητα δοκιμίου. Δηλαδή, υποθέτουμε ότι μετράμε διάμετρο άξονα ο οποίος από κακή επεξεργασία παρουσιάζει κωνικότητα. Οπότε τα δύο άκρα του άξονα θα έχουν διαφορετική διάμετρο. Μετρώντας διαφορετικές άκρες, λαμβάνονται και διαφορετικές μετρήσεις κάθε φορά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Αβεβαιότητα και Σφάλμα μέτρησης

Η ακρίβεια κάθε μέτρησης περιορίζεται από διάφορους παράγοντες όπως οι ατέλειες και η πεπερασμένη ικανότητα των οργάνων μέτρησης, η πεπερασμένη ικανότητα του χειριστή και οι απρόβλεπτες μεταβολές των συνθηκών μέτρησης. Το αποτέλεσμα μιας μέτρησης είναι μόνο μια προσέγγιση ή εκτίμηση της τιμής της φυσικής ποσότητας που υπόκειται σε μέτρηση. Το αποτέλεσμα είναι πλήρες μόνο όταν συνοδεύεται από μια ποσοτική έκφραση της αβεβαιότητάς του. Ως σφάλμα ορίζεται η διαφορά μεταξύ μετρούμενης και «αληθούς» ή πραγματικής αλλά άγνωστης τιμής ενός μετρούμενου μεγέθους.

$$\text{Σφάλμα} = | \text{μετρούμενη τιμή} - \text{πραγματική τιμή} |$$

Ως αβεβαιότητα ορίζεται η ποσοτική έκφραση της «αμφιβολίας» που υπάρχει σχετικά με το αποτέλεσμα της μέτρησης. Είναι δηλαδή ένα μέτρο της αξιοπιστίας της μέτρησης.

Πολλές φορές η αβεβαιότητα των μετρήσεων αναφέρεται ως "σφάλμα" (error). Στην πραγματικότητα δεν είναι σφάλμα ή λάθος με την κοινή έννοια του όρου γιατί είναι κάτι που δεν μπορεί να αποφευχθεί. Σήμερα υπάρχουν ερευνητικά κέντρα και οργανισμοί, όπως ο Παγκόσμιος Οργανισμός Μέτρων (International Organization for Standards, ISO), που αναπτύσσουν μεθοδολογίες για τον καθορισμό μέτρων και σταθμών καθώς και τον καθορισμό της αβεβαιότητας των μετρήσεων.

Ακόμα για τον ορισμό της αβεβαιότητας και του σφάλματος μιας μέτρησης χρησιμοποιείται διεθνώς ο οδηγός ISO-GUM (Guide for Uncertainty of Measurement), κάτι που λήφθηκε υπ'όψη και για την διαμόρφωση της οδηγίας υπολογισμού της αβεβαιότητας (της οδηγίας ΟΕ-10) που παρατίθεται σε παρακάτω κεφάλαιο.

Οι αβεβαιότητες στο αποτέλεσμα μιας μέτρησης προέρχονται από διάφορους παράγοντες και χωρίζονται σε δύο τύπους ανάλογα με τον τρόπο που υπολογίζονται.

- Τύπου Α: Οφείλονται σε τυχαία μεταβολή παραγόντων και υπολογίζονται με στατιστικές μεθόδους (Γνωστά και ως Τυχαία Σφάλματα). Τα τυχαία σφάλματα δεν επαναλαμβάνονται με το πείραμα αλλά αντιπροσωπεύουν την τυχειότητα που χαρακτηρίζει το μέγεθος που μετράμε. Για αυτό και αυτού του τύπου τα σφάλματα δε μπορούν να απαλειφθούν. Τα τυχαία σφάλματα ορίζουν την ακρίβεια επανάληψης (precision) της μέτρησης,

δηλαδή το μέγεθος της μεταβολής των τιμών μέτρησης σε κάθε επανάληψη της μέτρησης (για τις ίδιες συνθήκες του πειράματος).

- Τύπου Β: Υπολογισμός αβεβαιότητας με άλλους τρόπους. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα λεγόμενα Συστηματικά σφάλματα, η αβεβαιότητα έμμεσης μέτρησης και η σύνθετη αβεβαιότητα. Τα συστηματικά σφάλματα επαναλαμβάνονται και υπάρχει κάποιο αίτιο που τα δημιουργεί. Πολλές φορές είναι δύσκολο να εντοπισθούν αλλά μπορούν να εξουδετερωθούν με κατάλληλη βαθμονόμηση (calibration), συγκρίνοντας με κάποιον τρόπο μετρήσεις και πραγματικές τιμές. Τα συστηματικά σφάλματα ορίζουν την ακρίβεια (ορθότητα/accuracy) της μέτρησης, δηλαδή κατά πόσο οι μετρήσεις είναι κοντά στις πραγματικές τιμές ή υπάρχουν συστηματικές αποκλίσεις. Με αναφορά στην εκτίμηση παραμέτρων τα συστηματικά σφάλματα συνδέονται με τη μεροληψία (bias), όπου η εκτίμηση του μεγέθους (ή παραμέτρου) δεν είναι ίδια με την πραγματική τιμή του μεγέθους.

Τις περισσότερες φορές η αβεβαιότητα είναι σύνθετη έχει δηλαδή συνιστώσα που οφείλεται σε τυχαίους παράγοντες και συνιστώσα που οφείλεται σε συστηματικά φαινόμενα.

Πριν αναφερθούμε πιο αναλυτικά στους τύπους αβεβαιότητας και τον τρόπο υπολογισμού τους, θα πρέπει να δούμε κάποια χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την αξιοπιστία της μέτρησης.

6.1 Ακρίβεια και Αξιοπιστία

Η αξιοπιστία της μέτρησης σχετίζεται με το πόσο λεπτομερής είναι η μέτρηση και πόση επαναληπτικότητα έχει όταν γίνουν επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του ίδιου μεγέθους κάτω από ίδιες συνθήκες μέτρησης.



1.1: Αποτέλεσμα με μικρή ακρίβεια και μεγάλη διασπορά.



1.2: Αποτέλεσμα με μικρή ακρίβεια και μικρή διασπορά.



1.3: Αποτέλεσμα με μεγάλη ακρίβεια και μεγάλη διασπορά.



1.4: Αποτέλεσμα με μεγάλη ακρίβεια και μικρή διασπορά. Πρόκειται για το επιθυμητό αποτέλεσμα.

6.2 Πρότυπη αβεβαιότητα

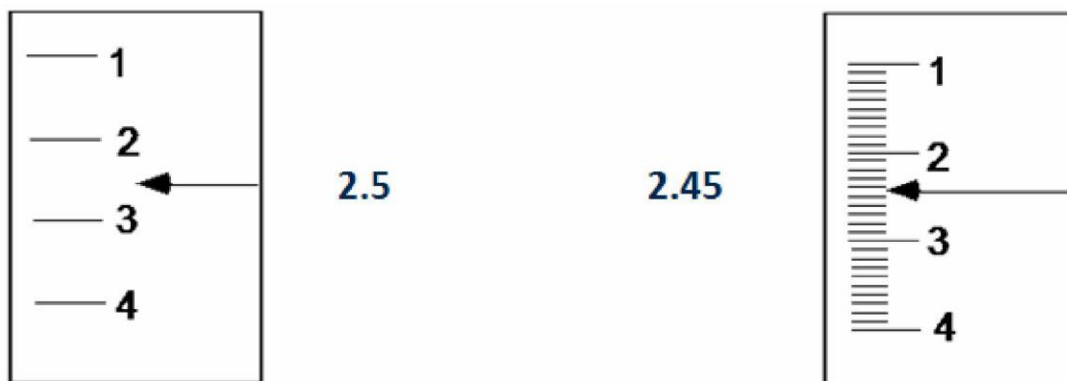
Όλες οι συνεισφέρουσες αβεβαιότητες θα πρέπει να εκφράζονται στο ίδιο επίπεδο εμπιστοσύνης, μετατρέποντάστες σε πρότυπες αβεβαιότητες. Η πρότυπη αβεβαιότητα είναι ένα περιθώριο του οποίου το μέγεθος μπορεί να το παρομοιάσει κανείς σαν μια "συν ή πλην τυπική απόκλιση".

Η πρότυπη αβεβαιότητα μας φανερώνει την αβεβαιότητα ενός μέσου όρου (όχι μόνο τη διασπορά των τιμών). Η πρότυπη αβεβαιότητα συνήθως παριστάνεται με το σύμβολο u (μικρό u), ή $u(y)$.

6.3 Σημαντικά ψηφία και ακρίβεια οργάνων

Όλα τα όργανα έχουν όριο στις μετρητικές τους δυνατότητες. Έχουν πάντα μια ελάχιστη ποσότητα μέχρι την οποία μπορούν να μετρήσουν. Σημαντικά ψηφία μιας μέτρησης θεωρούνται όλα τα ψηφία που μπορούμε να διαβάσουμε με απόλυτη βεβαιότητα συν ένα και μόνο ένα, το τελευταίο, που είναι από εκτίμηση και επομένως είναι αβέβαιο.

Η αξιοπιστία μιας μέτρησης συνδέεται με τον αριθμό των σημαντικών ψηφίων που περιέχει. Μια μέτρηση ενός μεγέθους είναι περισσότερο αξιόπιστη από μια άλλη εάν είναι πιο λεπτομερής, δηλαδή αν περιέχει περισσότερα σημαντικά ψηφία.



Σχήμα 6.2: Καταγραφή σημαντικών ψηφίων

6.4 Υπολογισμός Αβεβαιότητας

Για να υπολογιστεί η αβεβαιότητα μιας μέτρησης, αρχικά πρέπει να προσδιοριστούν οι πηγές της αβεβαιότητας στη μέτρηση. Έπειτα πρέπει να υπολογιστεί το μέγεθος της συνεισφοράς κάθε πηγής. Τελικά οι μεμονωμένες αβεβαιότητες πρέπει να συνδυαστούν για να μας δώσουν τη συνολική εικόνα.

A) Αβεβαιότητες Τύπου A (στατιστικού χαρακτήρα)

Οφείλονται σε τυχαίους παράγοντες που σχετίζονται με την επίδραση του περιβάλλοντος (θόρυβος, μεταβολή θερμοκρασίας, παρεμβολές), τις ατέλειες οργάνων, την αλληλεπίδραση οργάνου-μετρούμενου μεγέθους καθώς και σε υποκειμενικούς παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα των μετρήσεων. Με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του φυσικού μεγέθους με το ίδιο όργανο κάτω

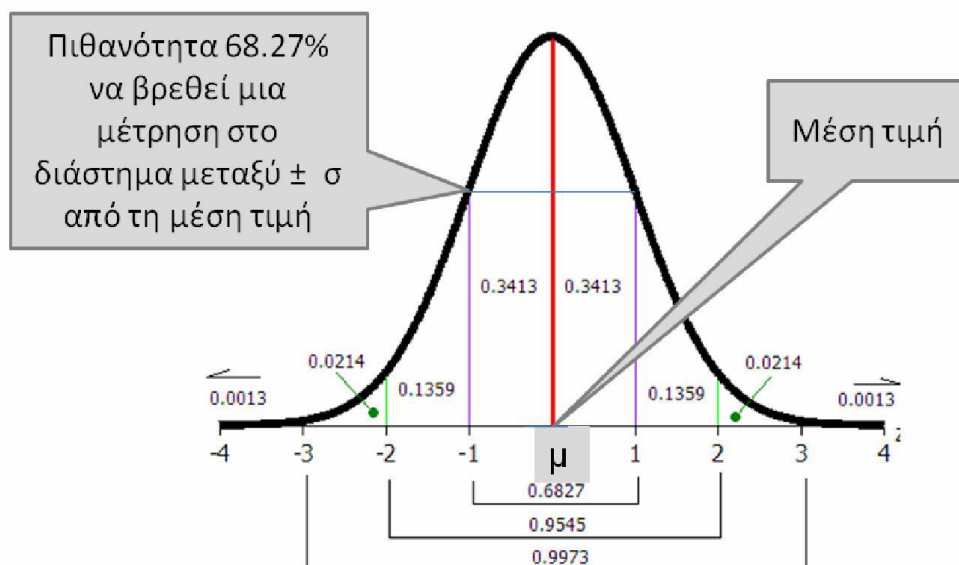
από ίδιες συνθήκες, περιορίζουμε την επίδραση των αβεβαιοτήτων που οφείλονται σε τυχαίους παράγοντες.

Εάν X το μέγεθος το οποίο μετρήθηκε N φορές και X_i το αποτέλεσμα κάθε μέτρησης, η μέση τιμή του δίδεται από τη σχέση:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

Έτσι, θεωρούμε ότι η "καλύτερη" τιμή για τη μέτρηση είναι ο μέσος όρος που προέκυψε από το σύνολο των μετρήσεων.

Θεωρώντας ότι η διαφοροποίηση στις μετρήσεις οφείλεται σε τυχαίους παράγοντες, οι μετρήσεις περιγράφονται από μια κανονική κατανομή πιθανοτήτων. Στην κανονική κατανομή η μέση τιμή είναι η τιμή με την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης. Όταν το πλάτος της κατανομής είναι μικρό σε σύγκριση με την μέση τιμή, ο μέσος όρος αντιπροσωπεύει, σχετικά καλά, ένα μεγάλο ποσοστό των μετρήσεων ενώ όταν το πλάτος της κατανομής είναι μεγάλο σε σύγκριση με την μέση τιμή, ο μέσος όρος δεν αντιπροσωπεύει καλά το σύνολο των μετρήσεων. Έτσι, το πλάτος της κατανομής των μετρήσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο της αβεβαιότητας των μετρήσεών μας.



Σχήμα 6.3: Κανονική κατανομή – Τυπική απόκλιση

Η αβεβαιότητα που προκύπτει από τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ενός φυσικού μεγέθους, μπορεί να εκφραστεί με διάφορους τρόπους. Ως μέτρο της αβεβαιότητας χρησιμοποιούμε, τη λεγόμενη τυπική αβεβαιότητα της μέσης τιμής που συνδέεται με την τυπική απόκλιση της κανονικής κατανομής και υπολογίζεται από την σχέση:

$$u = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

όπου n είναι το πλήθος των μετρήσεων της ομάδας (Η πρότυπη αβεβαιότητα της μέσης τιμής έχει ιστορικά επίσης ονομαστεί η τυπική απόκλιση της μέσης τιμής, ή το πρότυπο σφάλμα της μέσης τιμής).

B) Αβεβαιότητες Τύπου Β (συστηματικές αβεβαιότητες)

Οι συστηματικές αβεβαιότητες (σε πολλά βιβλία αναφέρονται ως συστηματικά σφάλματα) είναι αβεβαιότητες που μπορούν να εντοπισθούν και να αποφευχθούν ή να διορθωθούν. Οφείλονται συνήθως σε μη ικανοποιητική ή λανθασμένη βαθμονόμηση οργάνων, σε λανθασμένες ενέργειες του πειραματιστή, της μεθόδου ανάλυσης κλπ.

Οι συστηματικές αβεβαιότητες δίνουν σταθερά μεγαλύτερες ή σταθερά μικρότερες τιμές από τις «πραγματικές». Εντοπίζονται δε συγκρίνοντας τις τιμές του μεγέθους που μας ενδιαφέρει με τιμές που λαμβάνονται με διαφορετική τεχνική, με άλλο πειραματιστή κλπ.

Όταν οι πληροφορίες είναι πολύ σπάνιες (σε μερικούς υπολογισμούς τύπου Β), μπορεί μόνο να υπολογιστεί το άνω και κάτω όρια της αβεβαιότητας. Τότε μπορεί μόνο να υποτεθεί ότι η τιμή της αβεβαιότητας είναι το ίδιο πιθανό να βρίσκεται οπουδήποτε μεταξύ πχ. μιας ορθογωνικής ή ομοιόμορφης κατανομής. Η πρότυπη αβεβαιότητα για μια ορθογωνική κατανομή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$u = \frac{\alpha}{\sqrt{3}}$$

όπου α είναι το μισό εύρος (μισό πλάτος) μεταξύ του άνω και κάτω ορίου.

Η ορθογωνική ή η ομοιόμορφη κατανομές εμφανίζονται αρκετά συχνά, αλλά εάν έχεις λόγο να βασίζεσαι σε μια άλλη κατανομή, τότε θα πρέπει να βασίσεις τον υπολογισμό σου σε αυτή.

Γ) Συνδυασμός πρότυπων αβεβαιοτήτων

Οι μεμονωμένες πρότυπες αβεβαιότητες που υπολογίζονται με τις σχέσεις τύπου Α ή τύπου Β συνδυάζονται έγκυρα με "άθροιση των τετραγώνων" (επίσης γνωστή σαν τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων). Το αποτέλεσμα αυτό ονομάζεται η συνδυασμένη πρότυπη αβεβαιότητα και συμβολίζεται με u_c ή $u_c(y)$.

Δ) Συντελεστής κάλυψης k

Τοποθετούμε υπό κλίμακα τις συνιστώσες της αβεβαιότητας, για να βρούμε την συνδυασμένη πρότυπη αβεβαιότητα με συνέπεια έχοντας το αποτέλεσμα να θέλουμε να το ξανά-κλιμακώσουμε. Τη συνδυασμένη πρότυπη αβεβαιότητα μπορεί να τη θεωρήσουμε σαν ισοδύναμη με "μια τυπική απόκλιση", αλλά μπορεί να θέλουμε να έχουμε μια συνολική αβεβαιότητα η οποία να καθορίζεται σε ένα άλλο επίπεδο εμπιστοσύνης πχ. 95 %. Αυτή η ξανά-κλιμάκωση μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας ένα *συντελεστή κάλυψης*, k .

Πολλαπλασιάζοντας τη συνδυασμένη πρότυπη αβεβαιότητα, u_c , με ένα συντελεστή κάλυψης το αποτέλεσμα που παίρνουμε ονομάζεται αναπτυγμένη (εκτεταμένη;) αβεβαιότητα, που συνήθως συμβολίζεται με το σύμβολο U , όπως:

$$U = k u_c$$

Ειδικότερα μια τιμή του συντελεστή κάλυψης δίνει μια τιμή της εκτεταμένης αβεβαιότητας που αντιστοιχεί σε κάποιο επίπεδο εμπιστοσύνης.

Συνηθίζεται να κλιμακώνουμε την συνολική αβεβαιότητα χρησιμοποιώντας τον συντελεστή κάλυψης $k=2$, για να καθορίζουμε ένα επίπεδο εμπιστοσύνης περίπου 95 % (για $k=2$, αυτό είναι σωστό όταν η συνδυασμένη αβεβαιότητα ακολουθεί κανονική κατανομή)

Μερικοί άλλοι συντελεστές κάλυψης (για κανονική κατανομή) είναι:

$K = 1$ για επίπεδο εμπιστοσύνης περίπου 68 %

$K = 2,58$ για επίπεδο εμπιστοσύνης περίπου 99 %

$K = 3$ για επίπεδο εμπιστοσύνης περίπου 99,7

Κεφάλαιο 7

Περιγραφή της διαδικασίας

Η μέθοδος διακρίβωσης της μηχανής έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να δώσει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί το λογισμικό TESA UP το οποίο είναι απαραίτητο εργαλείο για την καταγραφή των τιμών των μετρήσεων και σε συνδυασμό με τη χρήση των εργαλείων του excel οδηγήθηκαν σε ακριβέστερα συμπεράσματα.

Για τη διαδικασία διακρίβωσης της μηχανής TESA UPC λάβαμε υπόψη μας το manual του προγράμματος της μηχανής και τα πρότυπα 1) EAL-G21: Calibration of Gauge Block Comparators, 2nd edition: European cooperation for Accreditation of Laboratories και 2) DKD-R 4-1: Auswahl und Kalibrierung of Endmassmessgeräten zur Verwendung als Normalgeräte in Kalibrierlaboratorien, 1994, DKD.

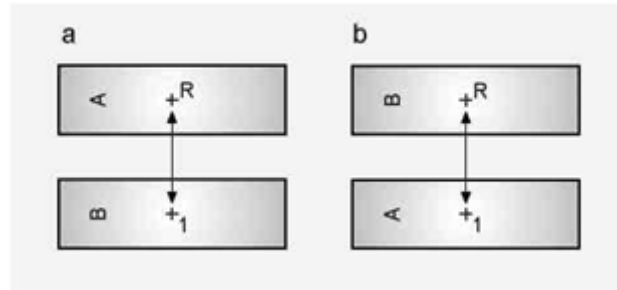
Τα βήματα που ακολουθούμε είναι τα εξής:

1. Από τον παρακάτω πίνακα ειδικών πλακιδίων τοποθετούμε στη μηχανή ένα οποιοδήποτε ζεύγος πλακιδίων εκτός του ζεύγους Νο6. Για παράδειγμα τοποθετούμε το ζεύγος πλακιδίων Νο1 με ονομαστικό μήκος 0.5 mm

Pair No.	Nom. lengths A mm	B mm
1	0,5	0,5
2	1,0	1,005
3		1,01
4	4,0	4,0
5	100,0	100,0
6	6,0	6,0*
* Bridge-shaped gauge block used for determining the measuring deviations of lower probe B.		

2. **Τύπος μέτρησης 1.** Περιμένουμε όσο χρονικό διάστημα απαιτείται για την αποκατάσταση της θερμοκρασιακής ισορροπίας και μετά πραγματοποιούμε σειρά 5 μετρήσεων του κεντρικού μήκους (σημεία R και 1) και καταγράφουμε τις τιμές μέτρησης.
3. Τις τιμές που λάβαμε από την πρώτη αυτή μέτρηση τις μεταφέρουμε στο διαμορφωμένο λογισμικό φύλλο του excel.

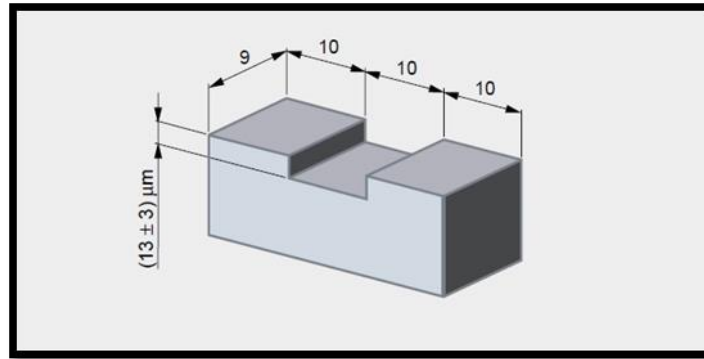
4. Αλλάζουμε τις θέσεις των πλακιδίων Α και Β (σχήμα 1β). και πραγματοποιούμε ξανά σειρά 5 μετρήσεων του κεντρικού μήκους (σημεία R και 1). Καταγράφουμε τις τιμές μέτρησης



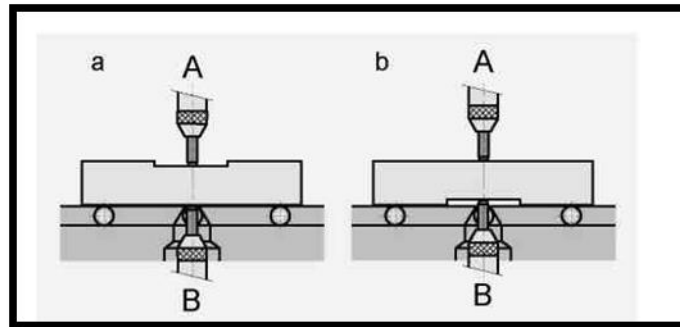
5. Και πάλι τις τιμές που λάβαμε από την δεύτερη αυτή μέτρηση τις μεταφέρουμε στο διαμορφωμένο λογιστικό φύλλο του excel.
6. Συνεχίζουμε τη διαδικασία με τον ίδιο τρόπο για τα ζεύγη πλακιδίων Νο 2 έως 5. Καταγράφουμε τις τιμές μέτρησης τις οποίες μεταφέρουμε και αυτές στο excel.

Παρατηρείται ότι το 1mm είναι ζεύγος και με το 1.005mm και με το 1.01mm. Το πρόβλημα που παρουσιάζεται είναι ότι το λογισμικό TESA UP δεν μπορεί να συγκρίνει πλακίδια διαφορετικής ονομαστικής διάστασης παρά το γεγονός ότι αποτελούν ζεύγος, για αυτό το λόγο αλλάζουμε τις ρυθμίσεις στο πρόγραμμα εισάγοντας στο «Nominal length» το οποίο βρίσκεται στο μενού «Reference set» τα πρότυπα πλακίδια αναφοράς μετονομάζοντας το 1mm ως 1.005mm Α και ως 1.01mm Α για να τα συγκρίνουμε με τα αντίστοιχα Β. Έτσι λύνετε το πρόβλημα με το λογισμικό. Η διαδικασία περιγράφεται αναλυτικά στο Παράρτημα Α μαζί με τις απαραίτητες ρυθμίσεις που απαιτούνται.

7. **Τύπος μέτρησης 2.** Τοποθετούμε στη μηχανή το ζεύγος 6 και κάνουμε 10 μετρήσεις του κεντρικού μήκους, με το πλακίδιο 6mm Β με την επίπεδη πλευρά προς τα κάτω και άλλες 10 μετρήσεις με την επίπεδη πλευρά προς τα πάνω με σκοπό να διαπιστωθεί τυχόν αποκλίσεις της κάτω ακίδας.

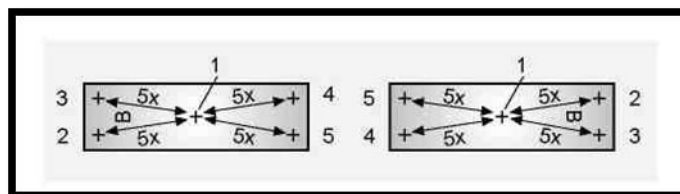


Τις 10 μετρήσεις στο λογισμικό τις μοιράζουμε σε 2 ζεύγη των 5 μετρήσεων, διότι δεν δίνεται η δυνατότητα να κάνουμε 10 συνεχόμενες μετρήσεις. Παρακάτω παραθέτεται μια εικόνα για αυτό τον τρόπο τοποθέτησης του πλακιδίου.

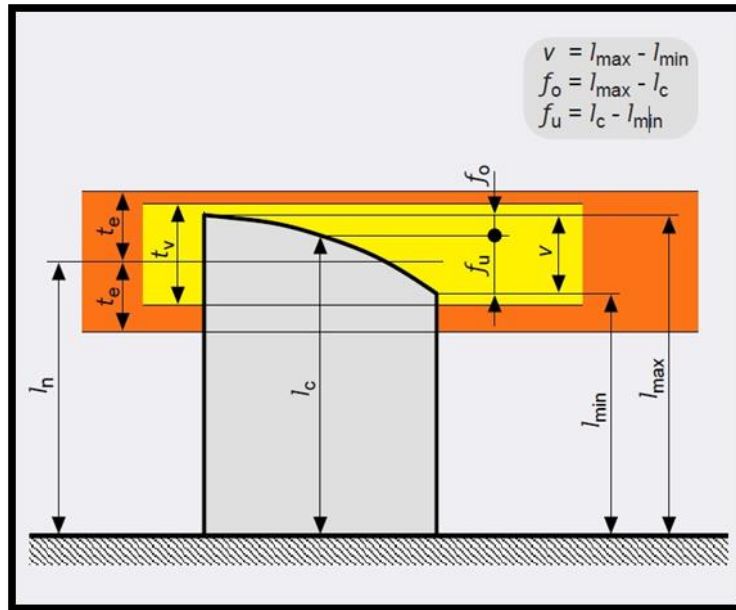


8. **Τύπος μέτρησης 3.** Η διαδικασία απαιτεί τις μετρήσεις ενός εκ των πλακιδίων 1.005mm ή 1.01mm την οποία πραγματοποιούμε με 5 μετρήσεις σε 4 διαφορετικά σημεία 2 έως 5 του πλακιδίου με τον εξής τρόπο:

Κάνουμε πέντε μετρήσεις των σημείων 1 και 2, στη συνέχεια κάνουμε πέντε μετρήσεις των σημείων 1 και 3 και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία των μετρήσεων με το ίδιο τρόπο για τα υπόλοιπα σημεία.



9. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται αφού το γυρίσουμε το πλακίδιο 180 μοίρες. Αυτό γίνεται για τον υπολογισμό της f_0 και f_u (επιπεδότητα, flatness), όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



10. Αφού συμπληρώσουμε όλα τα πινακάκια με τις τιμές στο excel κάνουμε τις απαραίτητες πράξεις για να βρω μέσες τιμές και οι τυπικές αποκλίσεις ώστε να συμπληρώσουμε τους τελικούς πίνακες αναφοράς.

Αποτελέσματα μετρήσεων

Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τα οποία μετρήθηκαν κατά την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Αποτελέσματα από τον Τύπο μέτρησης 1 όπως αυτά αναγράφονται στον πίνακα.

		1	2	3	4	5
0,5	A	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08
	B	0,08	0,08	0,07	0,09	0,08
B-A		0,01	0,01	0,01	0,02	0
0,5	B	0,04	0,05	0,04	0,06	0,05
	A	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03

B-A		0	0,01	0	0,02	0,02
1-1.005	A	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08
	B	5,07	5,07	5,07	5,07	5,07
B-A		5,01	4,99	4,99	4,99	4,99
1-1.005	B	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
	A	-4,99	-4,99	-4,98	-4,98	-4,98
B-A		4,98	4,97	4,96	4,96	4,96
1-1.01	A	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13
	B	10,28	10,29	10,19	10,2	10,2
B-A		10,17	10,17	10,07	10,08	10,07
1-1.01	B	0,02	-0,11	-0,12	-0,11	-0,12
	A	-10,18	-10,19	-10,19	-10,19	-10,19
B-A		10,16	10,08	10,07	10,08	10,07
4	A	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08
	B	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14
B-A		0,08	0,07	0,06	0,07	0,06
4	B	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	A	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
B-A		0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
100	A	0,09	0,09	0,09	0,09	0,1
	B	0,1	0,09	0,08	0,1	0,09
B-A		0,01	0	-0,01	0,01	-0,01
100	B	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07
	A	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12
B-A		0,05	0,06	0,05	0,05	0,05

Διαφορά κεντρικού μήκους lc							
Αριθμός πλακιδίων	Ονομαστικό μέγεθος		Αριθμός πλακιδίου	Τιμή διακρίβωσης	Μέση τιμή	Διαφορά	Τυπική αποκλιση
	A	B					
	mm	mm		(B-A)μm	(B-A)μm	μm	(B-A)μm
1	0,5	0,5		-0,003	0,01	-0,013	0,008164966
2	1	1,005		5,003	4,98	0,023	0,016996732
3	1	1,01		10,084	10,102	-0,018	0,044919681
4	4	4		0,072	0,049	0,023	0,020789955
5	100	100		0,007	0,026	-0,019	0,02836273

Αποτελέσματα από τον Τύπο μέτρησης 2 όπως αυτά αναγράφονται στον πίνακα.


		1	2	3	4	5		
επίπεδη πλευρά κάτω	6 A	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03		
	6* B	-1,21	-1,21	-1,21	-1,21	-1,21		
B-A		-1,24	-1,25	-1,25	-1,24	-1,24		
επίπεδη πλευρά κάτω	6 A	0,06	0,08	0,09	0,08	0,09		
	6* B	-1,16	-1,15	-1,14	-1,15	-1,15		
B-A		-1,22	-1,23	-1,23	-1,23	-1,24		
επίπεδη πλευρά πάνω	6 A	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06		
	6* B	-1,21	-1,21	-1,21	-1,21	-1,21		
B-A		-1,26	-1,26	-1,27	-1,26	-1,27		
επίπεδη πλευρά πάνω	6 A	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02		
	6* B	-1,24	-1,24	-1,24	-1,24	-1,24		
B-A		-1,26	-1,26	-1,27	-1,27	-1,26		
Διαφορά κεντρικού μήκους ειδικού πλακιδίου 6-6*								
Πλακίδιο	Ονομαστικό μήκος		Αριθμός Πλακιδίου	Μέση τιμή		Διαφορά	Τυπική απόκλιση	
	A	B		επίπεδη πλευρά κάτω B	επίπεδη πλευρά πάνω B		κάτω	πάνω
	mm	mm		(B-A)/ μm	(B-A)/ μm	μm	(B-A)/ μm	(B-A)/ μm
6	6	6*		-1,237	-1,264	-0,027	0,009486833	0,005163978

Αποτελέσματα από τον Τύπο μέτρησης 3 όπως αυτά αναγράφονται στον πίνακα.

A	1	2	1	3	1	4	1	5
1	0.04	0.08	0.16	0.2	0.05	0.03	0.02	-0.02
2	0.05	0.05	0.14	0.16	0.07	0.04	0.01	-0.03
3	0.05	0.05	0.14	0.18	0.07	0.03	0.02	-0.02
4	0.05	0.08	0.14	0.15	0.06	0.04	0.03	0.02
5	0.03	0.06	0.14	0.16	0.06	0.03	0.02	0.01
	-0.04		-0.04		0.02		0.04	
	0		-0.02		0.03		0.04	
	0		-0.04		0.04		0.04	
	-0.03		-0.01		0.02		0.01	
	-0.03		-0.02		0.03		0.01	
Averages	-0.02		-0.026		0.028		0.028	
Stantard deviations	0.018708287		0.01341641		0.0083666		0.016431677	
B	1	2	1	3	1	4	1	5
1	0.04	0.06	0.02	0.04	0.27	0.27	0.03	-0.02
2	0.04	0.05	0.03	0.03	0.26	0.26	0.02	-0.02
3	0.04	0.04	0.02	0.02	0.27	0.27	0.02	-0.01
4	0.06	0.06	0.03	0.04	0.27	0.24	0.03	-0.01
5	0.05	0.05	0.03	0.04	0.27	0.24	0.02	-0.01
	-0.02		-0.02		0		0.05	
	-0.01		0		0		0.04	
	0		0		0		0.03	
	0		-0.01		0.03		0.04	
	0		-0.01		0.03		0.03	
Averages	-0.006		-0.008		0.012		0.038	
Stantard deviations	0.008944272		0.0083666		0.016431677		0.0083666	

Fo - Fu 1.01								
Ονομαστικό μέγεθος	Αριθμός πλακιδίου	Τιμές διακρίβωσης		Μέση τιμή		Διαφορά		Τυπική απόκλιση
		C		M		C-M		
mm		fo	μm fu	fo	μm fu	fo	μm fu	μm
		0.002	0.04	0.038	0.03	0.04	0.07	0.01870829

Παράρτημα Α

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 1/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

1 Σκοπός

Η οδηγία εργασίας αυτή περιγράφει τον τρόπο διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC με τη χρήση της ειδικής κασετίνας διακριβωμένων πλακιδίων.

2 Υπεύθυνος Εφαρμογής - Εμπλεκόμενα Πρόσωπα

Σχεδίαση Οδηγίας:	Υπεύθυνος Ποιότητας
Συντονιστής Οδηγίας:	Τεχνικός Υπεύθυνος
Εμπλεκόμενοι:	➤ Προσωπικό Εξουσιοδοτημένο για την μέτρηση αυτή

3 Περιγραφή

Η διαδικασία περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο διακρίβώνεται η συγκριτική μηχανή TESA UPC για διακρίβωση προτύπων πλακιδίων μήκους. Η διακρίβωση πραγματοποιείται τόσο στο στις εγκαταστάσεις του Μετροτεχνικού εργαστηρίου όσο και στις εγκαταστάσεις του Πελάτη. Η διαδικασία διακρίβωσης βασίζεται στα πρότυπα EAL-G21: Calibration of Gauge Block Comparators, 2nd edition: European cooperation for Accreditation of Laboratories και DKD-R 4-1: Auswahl und Kalibrierung of Endmassmessgeräten zur Verwendung als Normalgeräte in Kalibrierlaboratorien, 1994, DKD.

3.1 Προετοιμασία Συσκευής και τοποθέτηση πρότυπων πλακιδίων

3.1.1

Τα πρότυπα πλακίδια μήκους τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για τη διακρίβωση του μηχανικού συγκριτή, καθαρίζονται στο χώρο του εργαστηρίου με αιθυλική αλκοόλη και ένα λινό πανάκι σύμφωνα με τη διαδικασία και παραμένουν χωρίς χρήση για τουλάχιστον 30 λεπτά της ώρας για να αποκτήσουν θερμοκρασιακή ισορροπία με το περιβάλλον του εργαστηρίου.

3.1.2

Πέραν του καθαρισμού σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται η επαφή των μετρούμενων επιφανειών ή οποιαδήποτε άλλη επιφάνεια, με γυμνά χέρια. Επιπλέον κατά τη φάση του εγκλιματισμού τους στις περιβαλλοντικές συνθήκες του εργαστηρίου, καθώς και στη φάση της διακρίβωσής τους απαγορεύεται οποιαδήποτε επαφή με τα πλακίδια ενώ για τον χειρισμό τους απαιτείται η χρήση ειδικών (ξύλινων ή άλλου είδους) λαβίδων. Ο χειρισμός των προτύπων πλακιδίων γίνεται με κατάλληλα γάντια σε όλες τις φάσεις της διαδικασίας.

3.1.3

Τα πρότυπα πλακίδια για τη διακρίβωση του συγκριτή παραμένουν ανοικτά (έξω από τις κασετίνες τους) μόνο κατά τη διάρκεια εγκλιματισμού και διακρίβωσης.



ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 2/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

3.1.4

Η γενική κατάσταση του μηχανικού συγκριτή επιθεωρείται προσεκτικά. Οποιαδήποτε σημάδια και παρατηρήσεις σχετικά με το συγκριτή καταγράφονται στο πεδίο Παρατηρήσεις της Έκθεσης.

3.1.5

Εφόσον απαιτείται για το σχηματισμό του απαιτούμενου μήκους τότε τα πρότυπα πλακίδια αναφοράς του εργαστηρίου υπόκεινται σε πρόσφυση (Wringing) και εγκλιματισμό για κατάλληλο χρόνο. Είναι καλή πρακτική να προετοιμάζεται η συσκευή και τα πλακίδια την προηγούμενη και οι μετρήσεις να πραγματοποιούνται την επόμενη μέρα.

3.2 Απαιτούμενος εξοπλισμός

Για την διακρίβωση του μηχανικού συγκριτή χρησιμοποιούνται:

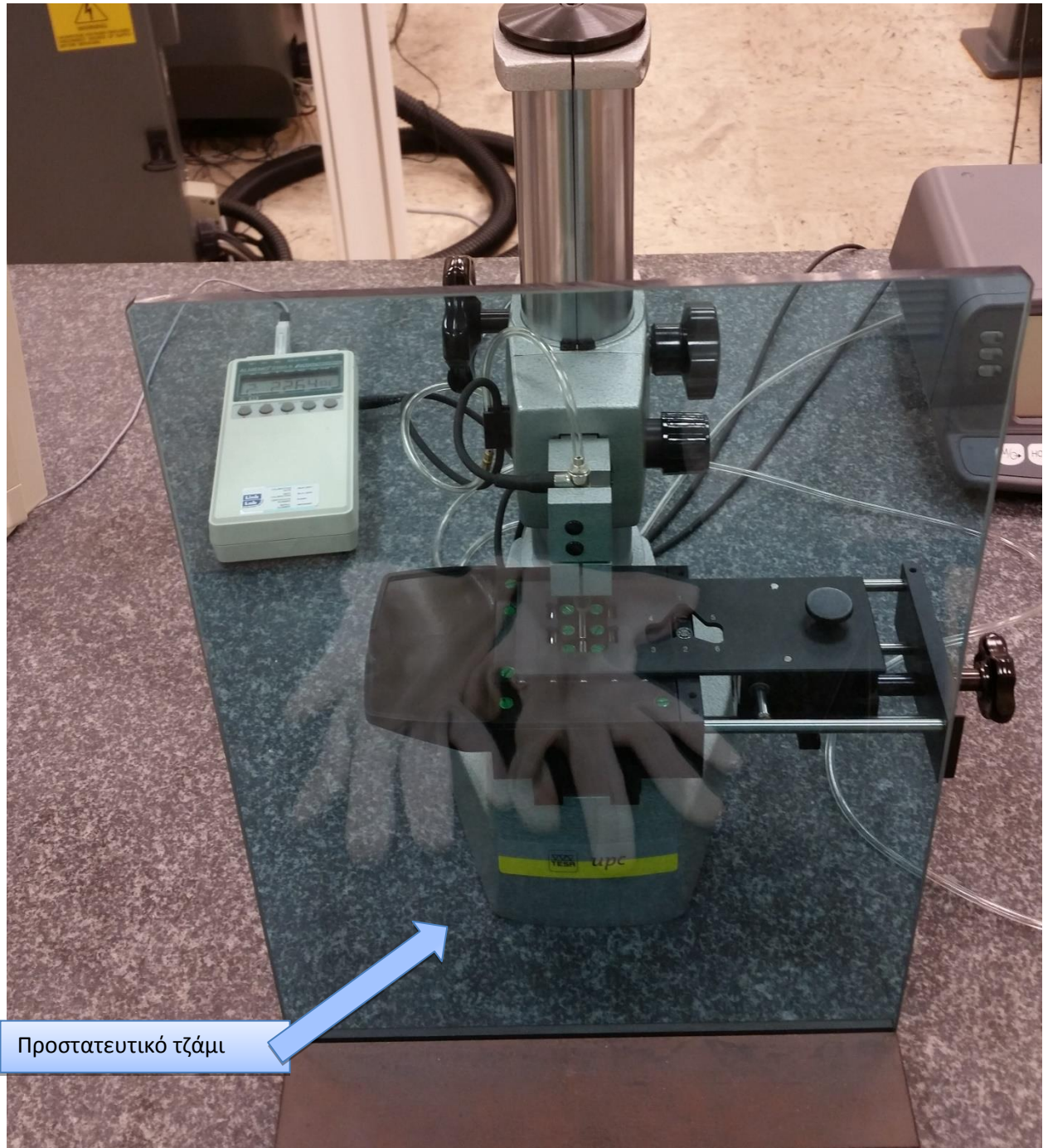
1. Τράπεζα εργασίας
2. Οπτικό πρότυπο παραλληλότητας (optical parallel)
3. Οπτικό πρότυπο επιπεδότητας (optical flat)
4. Όργανο ευθυγράμμισης αισθητήρων
5. Άνω κεφαλή μέτρησης
6. Κάτω κεφαλή μέτρησης
7. Ηλεκτρονική μονάδα μέτρησης με οθόνη (TT90)
8. Διακόπτης για εκκίνηση μέτρησης
9. Προστατευτικό
10. Δύο εξαρτήματα συγκράτησης του δοκιμίου
11. Αεροσυμπιεστή
12. Αναρροφητική λαβίδα για μετακίνηση των πλακιδίων
13. Πρότυπα πλακίδια αναφοράς του Εργαστηρίου κατηγορίας ακρίβειας «00» ή «K»,



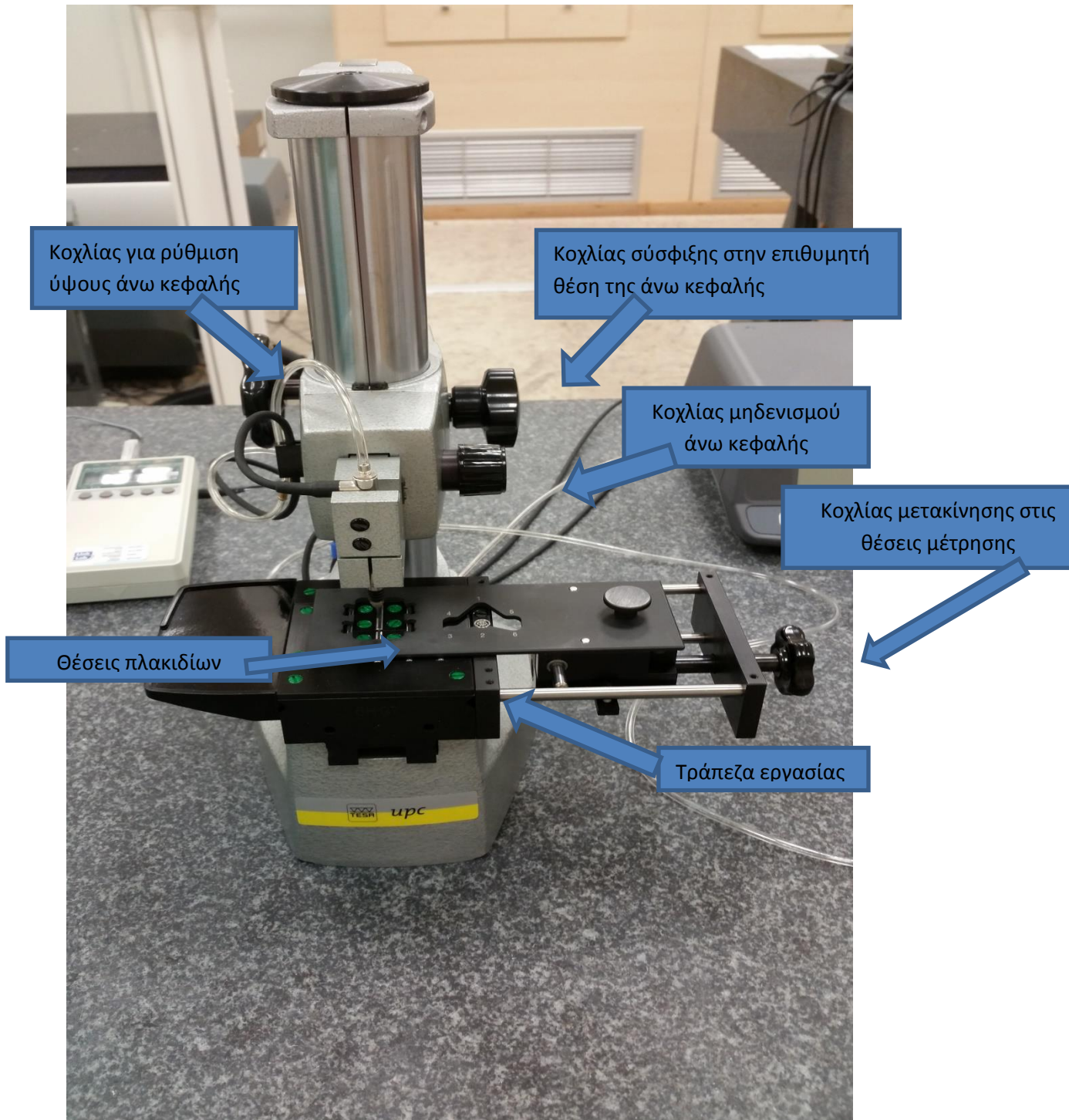
ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 3/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				


Pair No.	Nom. lengths A mm	B mm
1	0,5	0,5
2		1,005 1,01
3	1,0	
4	4,0	4,0
5	100,0	100,0
6	6,0	6,0*
* Bridge-shaped gauge block used for determining the measuring deviations of lower probe B.		

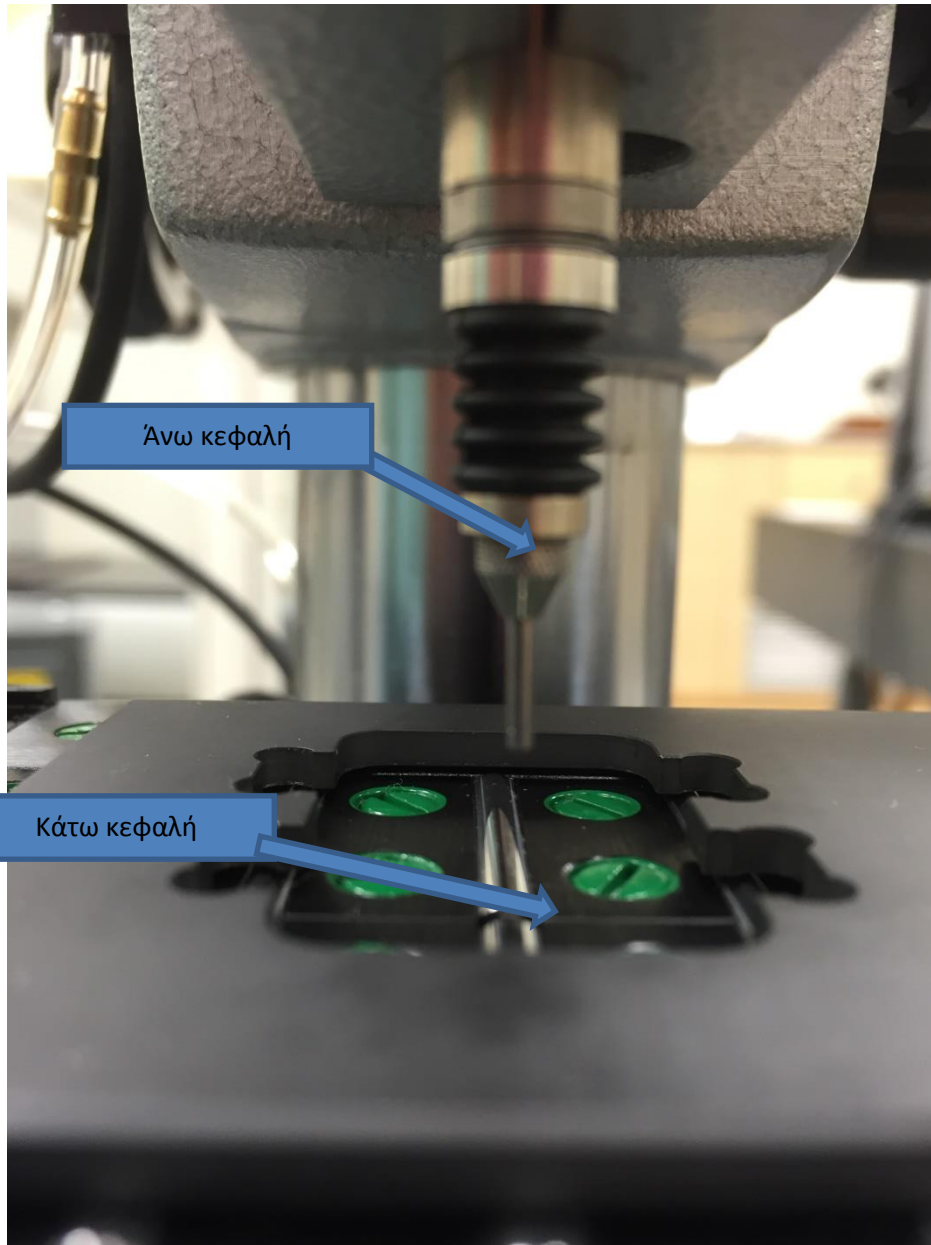
ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 4/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				



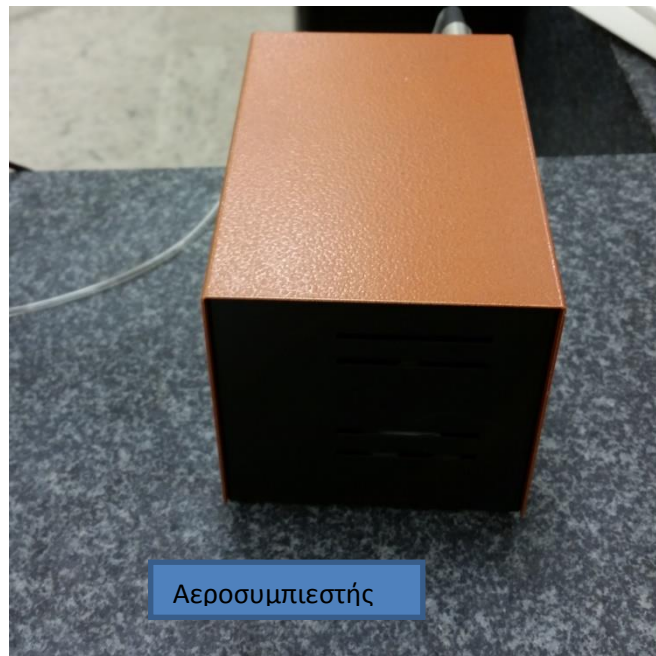
ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 5/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			



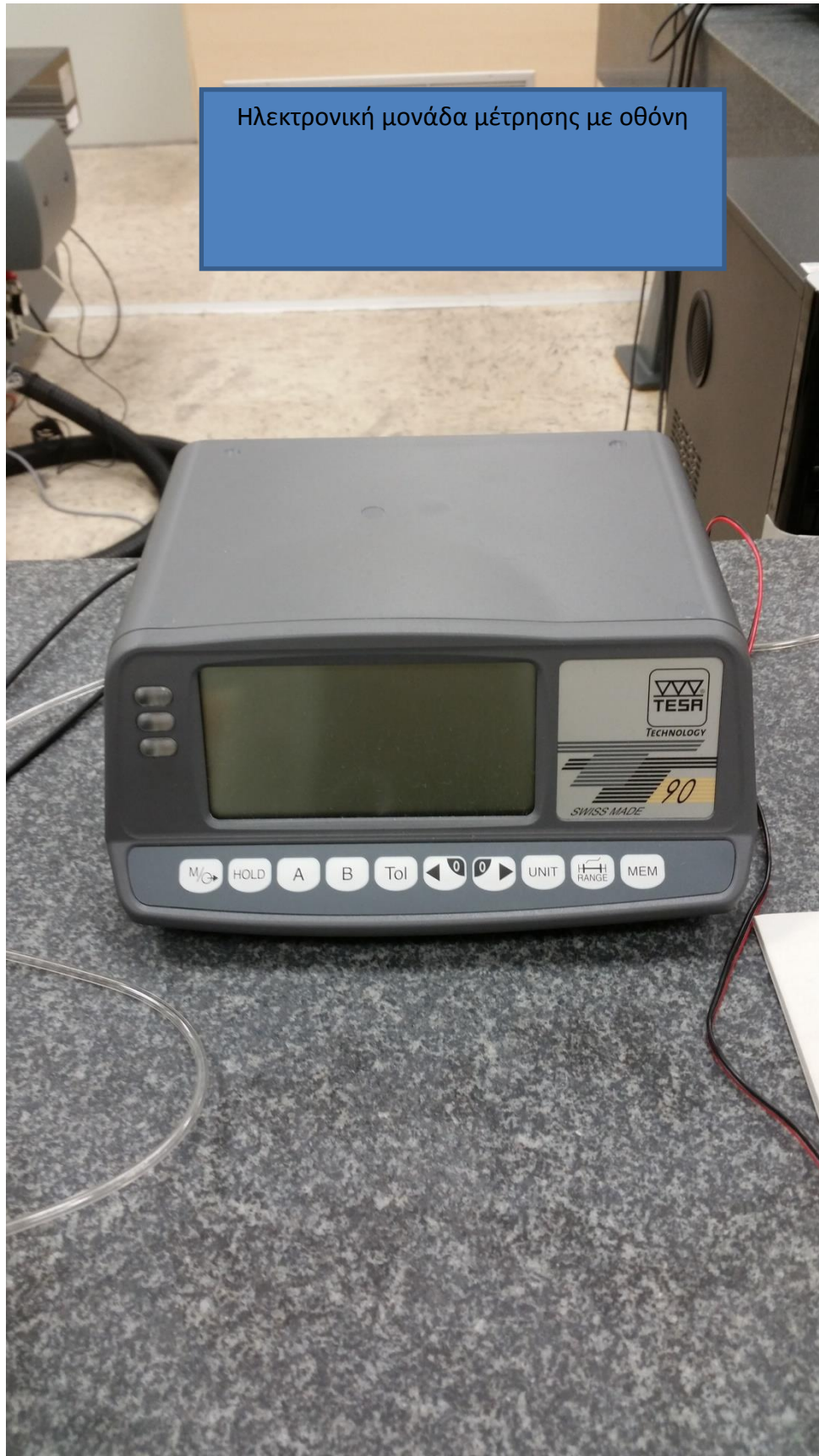
ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 6/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				



ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 7/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				



ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 8/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			

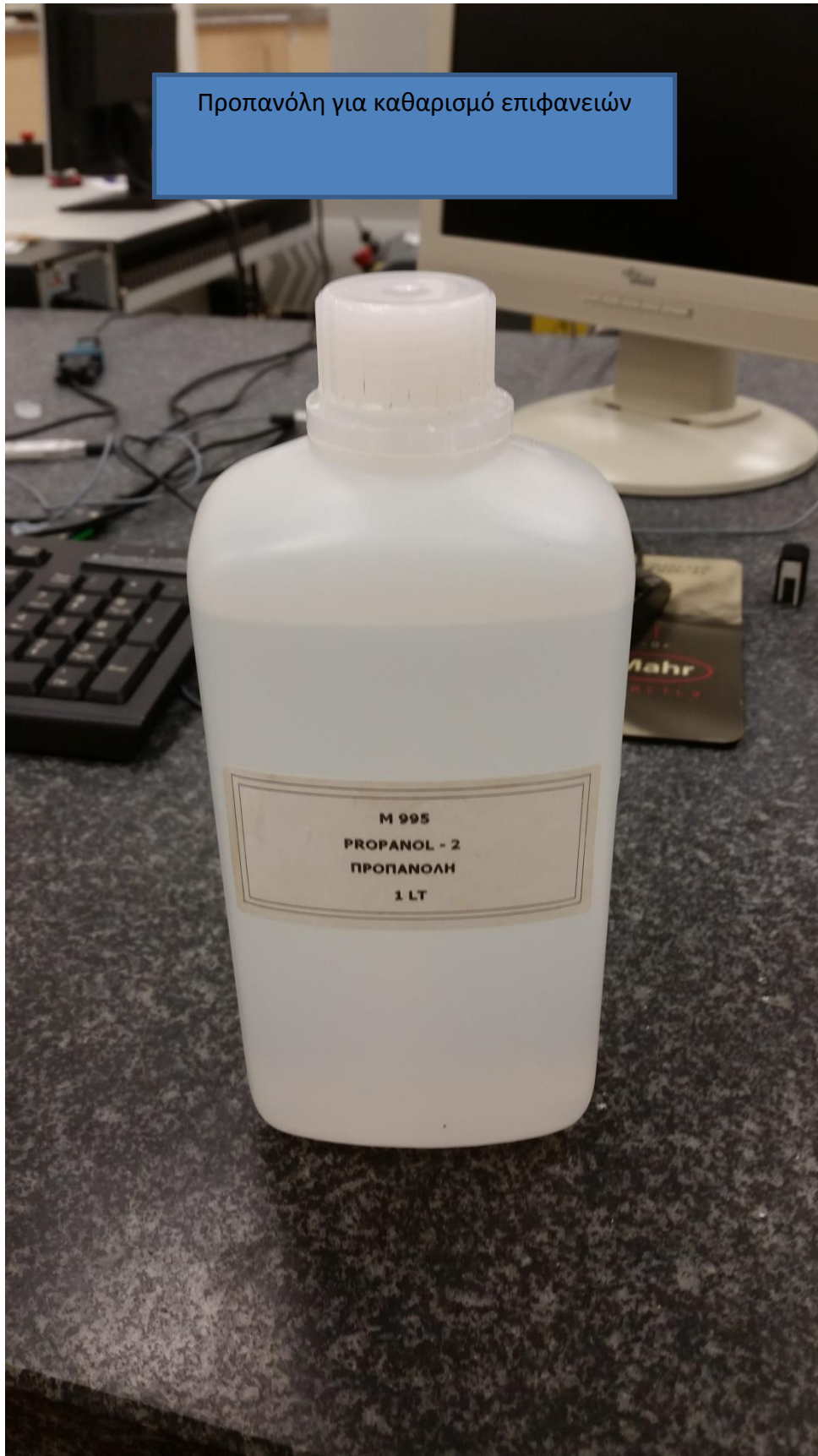


ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 9/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				



ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 10/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

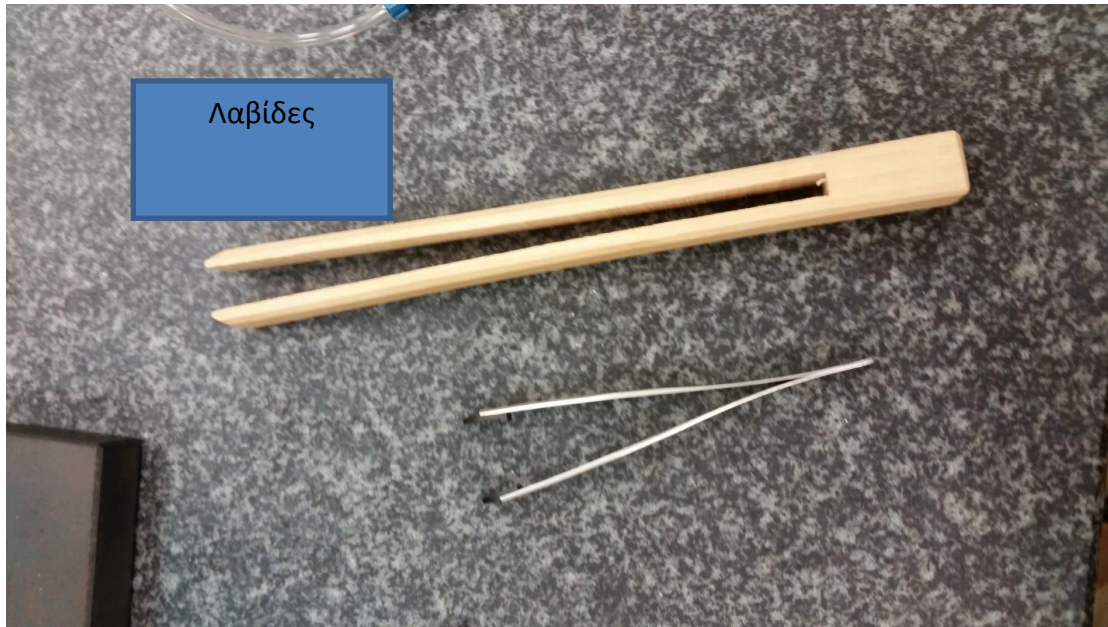
Προπανόλη για καθαρισμό επιφανειών




ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 11/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				




ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 12/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			



ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 13/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				



ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 14/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

3.2.1 Έλεγχος Μηχανικού Συγκριτή

3.2.1.1

Ο Μηχανικός συγκριτής TESA UPC συνολικά με τα εξαρτήματά του πρέπει να λειτουργεί χωρίς προβλήματα πριν τη διακρίβωση. Ειδικότερα πρέπει να ελεγχθούν οι παρακάτω παράμετροι λειτουργίας του μηχανικού συγκριτή TESA UPC.

3.2.1.1.1 Έλεγχος σωστής τοποθέτησης βάσης πλακιδίων

3.2.1.1.1.1

Ελέγχεται η τοποθέτηση βάσης των πλακιδίων ώστε να καλύπτεται η απαίτηση ότι η διακρίβωση των πλακιδίων πραγματοποιείται σε πέντε σημεία της επιφάνειας τα οποία απέχουν περίπου 1,5 mm από τα άκρα. Ο έλεγχος πραγματοποιείται με τον τρόπο που αναφέρεται στο παράρτημα Α της συγκεκριμένης διαδικασίας.

Το σύστημα μέτρησης θερμοκρασίας και ο υπολογιστής με το λογισμικό πρέπει να είναι σε λειτουργία μια τουλάχιστον ώρα πριν τη χρήση για να υπάρξει θερμοκρασιακή ισορροπία μεταξύ των μερών της συσκευής αλλά και με τα πρότυπα πλακίδια.

3.2.1.1.1.2

Τα αποτελέσματα του ελέγχου καταγράφονται στο πεδίο «έλεγχος τοποθέτησης βάσης πλακιδίων» στην Έκθεση.

3.2.1.1.2. Έλεγχος ευθυγράμμισης αισθητήρων (probes)

3.2.1.1.2.1

Με την ειδική κατασκευή ελέγχουμε την ευθυγράμμιση των ακίδων μέτρησης του μηχανικού συγκριτή.

3.2.1.1.2.2

Τα αποτελέσματα του ελέγχου καταγράφονται στο πεδίο «έλεγχος ευθυγράμμισης ακίδων» στην Έκθεση.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 15/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

3.2.1.1.3 Έλεγχος ακίδας Β αισθητήρα μέτρησης

3.2.1.1.3.1

Η ακίδα μέτρησης Β του αισθητήρα μέτρησης πρέπει να έχει συναρμολογηθεί με τέτοιο τρόπο με το μετρητικό τραπέζι ώστε το κανάλι μέτρησης Β (Function 0 A+B) να δείχνει περίπου «0» εφόσον ένα πρότυπο επιπεδότητας κείται πάνω στο πάνω τραπέζι.

3.2.1.1.3.2

Τα αποτελέσματα του ελέγχου καταγράφονται στο πεδίο «έλεγχος ακίδας Β» στην Έκθεση.

3.3 Προετοιμασία

3.3.1 Βήμα 1^ο

Εκκινούμε τον κεντρικό υπολογιστή της Αίθουσας Ελεγχόμενων Συνθηκών και το **Data Logger** για την συλλογή των περιβαλλοντικών δεδομένων. Από την επιφάνεια εργασίας επιλέγουμε το **“Project 2”** που αφορά στο πρόγραμμα συλλογής των δεδομένων.

Στην οθόνη λειτουργίας του Project ελέγχουμε ότι είναι τσεκαρισμένο το πεδίο **«Internal Table»**, ότι δεν είναι τσεκαρισμένα τα πεδία **«Start...»**, **«Stop...»** και επιλέγουμε το εικονίδιο εκκίνησης (πράσινο βέλος) για να αρχίσει η καταγραφή.

Long-term monitoring

Function Page Data Help

Model Status
 Stopped
 Waiting
 Reading data
 Error

Samples: 0
 Remaining time: 11d 13h 46min 40s
 Maximum time: 11d 13h 43min 50s

Data acquisition settings
 Interval time: hh:mm:ss 0:0:10
 Use interval table

0.1 (h)	Interval (s)
0.01	5
0.05	5
0.10	10

 Start data acquisition at specified time
 Stop data acquisition at specified time
 Start data acquisition on: mm dd yyyy 10 07 2008 at hh:mm:ss 13:30:30
 Stop data acquisition on: mm dd yyyy 14 07 2008 at hh:mm:ss 13:30:30
 Calibrate with every interval 10 Timeout (s)


Data backup
 Automatic backup after 100 intervals
 Execute manual backup...
 Format: catman binary ASCII
 Backup file: C:\backup files\temp_backup
 Recovery setup file (Spider8 only)

Visualization settings
 Update graph every 1 interval(s)
 Print graph every 100 interval(s)
 500 Maximum number of rows in table view

Έναρξη καταγραφής

Ελέγχουμε ότι δεν είναι τσεκαρισμένα

Τσεκάρουμε

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 16/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Ρυθμίσεις για την καταγραφή των συνθηκών

3.4 Αρχικές Ενέργειες Μέτρησης

3.4.1 Βήμα 2^ο

Ενεργοποιούμε την **Ηλεκτρονική μονάδα μέτρησης με οθόνη TT90** (Διακόπτης on/off).

3.4.2 Βήμα 3^ο

Ενεργοποιούμε τον **Αεροσυμπιεστή** (Διακόπτης on/off).

3.4.3 Βήμα 4^ο

Καθαρίζουμε με λινό πανάκι την τράπεζα εργασίας, τις κεφαλές και τις ιδιοσυσκευές που θα χρησιμοποιήσουμε, από σκόνες και ακαθαρσίες.

3.4.4 Βήμα 5^ο

Τοποθετούμε και βιδώνουμε το εξάρτημα συγκράτησης πλακιδίων στην τράπεζα εργασίας.



Κατσαβίδι άλεν

3.4.5 Βήμα 6^ο

Καθαρίζουμε με αιθυλική αλκοόλη και το πανάκι και τα πρότυπα πλακίδια που θα χρησιμοποιηθούν.

3.4.6 Βήμα 7^ο

Τοποθετούμε το πρότυπο πλακίδιο ονομαστικής διάστασης σειράς Α που μας ενδιαφέρει στην πίσω εσοχή της τράπεζας εργασίας. Το πλακίδιο τοποθετείται με την marked επιφάνεια (η πλευρά που αναγράφεται το ονομαστικό μήκος του) προς τον χειριστή και την αριστερή του επιφάνεια πάνω στην τράπεζα εργασίας.

Χρησιμοποιούμε την αναρροφητική λαβίδα για δοκίμια ονομαστικής διάστασης έως

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 17/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

10mm ενώ για δοκίμια ονομαστικής διάστασης άνω των 10mm χρησιμοποιούμε τις λαβίδες.

Pair No.	Nom. lengths A mm	B mm
1	0,5	0,5
2	1,0	1,005 1,01
3		
4	4,0	4,0
5	100,0	100,0
6	6,0	6,0*

* Bridge-shaped gauge block used for determining the measuring deviations of lower probe B.

3.4.7 Βήμα 8^ο

Τοποθετούμε το πρότυπο πλακίδιο της αντίστοιχης ονομαστικής διάστασης B , στην μπροστά εσοχή της τράπεζας εργασίας. Το πλακίδιο τοποθετείται με την marked επιφάνεια (η πλευρά που αναγράφεται το ονομαστικό μήκος του) προς τον χειριστή και την αριστερή του επιφάνεια πάνω στην τράπεζα εργασίας. Χρησιμοποιούμε την αναρροφητική λαβίδα για δοκίμια ονομαστικής διάστασης έως 10mm ενώ για δοκίμια ονομαστικής άνω των 10mm χρησιμοποιούμε τις λαβίδες

3.4.8 Βήμα 9^ο

Τοποθετούμε τον ακροδέκτη (μαγνήτη) του **Interface θερμοκρασιών** στη μέση του πλακιδίου αναφοράς. Θέτουμε σε λειτουργία το **Interface θερμοκρασιών** (διακόπτης on/off) και ελέγχουμε την θερμοκρασία να βρίσκεται σε αποδεκτά πλαίσια ($20 \pm 0,5$ °C). Ελέγχουμε ότι ο ακροδέκτης καταλήγει στην υποδοχή M2 του Interface θερμοκρασιών και πατάμε το πρώτο αριστερά κουμπί ώστε να εμφανιστεί η επιλογή M2 στην οθόνη. Αν η θερμοκρασία βρίσκεται εκτός ορίων η μέτρηση αναβάλλεται και ενημερώνεται ο τεχνικός υπεύθυνος.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 18/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

3.4.9 Βήμα 10^ο

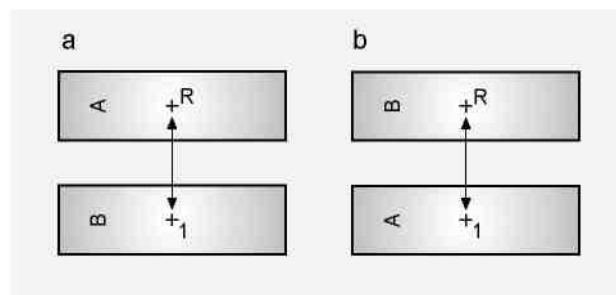
Τοποθετούμε το **προστατευτικό** για να μην επηρεάζεται η μέτρηση από τον χρήστη (π.χ. αναπνοή)

3.5 Διαδικασία

3.5.1 Συγκριτικές μετρήσεις του κεντρικού μήκους πλακιδίου

3.5.1.1 Βήμα 11^ο

Τοποθετούμε το ζεύγος Νο 1 στη βάση μέτρησης όπως φαίνεται στο σχήμα 1a παρακάτω:



Θέση των προτύπων πλακιδίων τα οποία χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση του κεντρικού μήκους l_c μέσω σύγκρισης

3.5.1.2 Βήμα 12^ο

Περιμένουμε όσο χρονικό διάστημα απαιτείται για την αποκατάσταση της θερμοκρασιακής ισορροπίας και μετά πραγματοποιούμε σειρά 5 μετρήσεων του κεντρικού μήκους (σημεία R και 1) και καταγράφουμε τις τιμές μέτρησης ακολουθώντας τα βήματα που βρίσκονται στα παραρτήματα 1 και 2 (μηδενισμός ακίδων, μέτρηση). Περνάμε τις τιμές στο αντίστοιχο πίνακα του excel.

3.5.1.3 Βήμα 13^ο

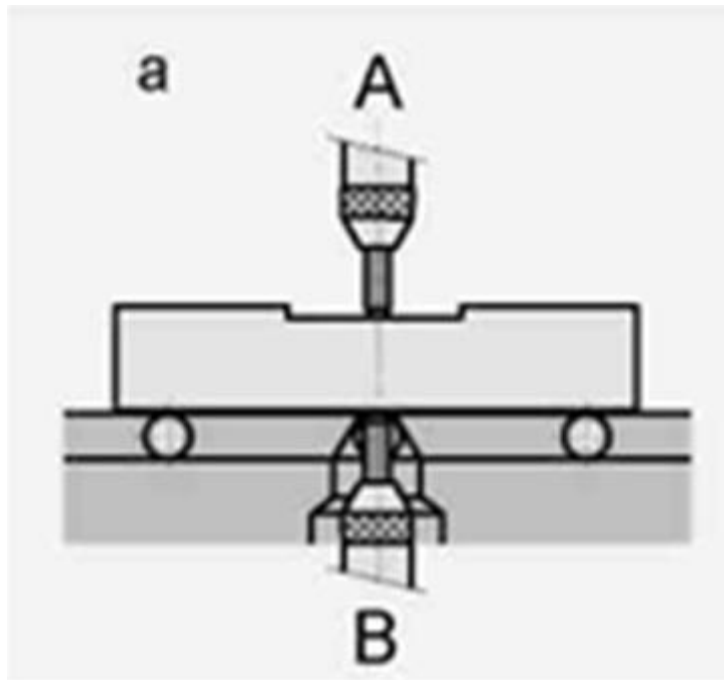
Αλλάζουμε τις θέσεις των πλακιδίων A και B (σχήμα 1b). και πραγματοποιούμε ξανά σειρά 5 μετρήσεων του κεντρικού μήκους (σημεία R και 1). Καταγράφουμε τις τιμές μέτρησης ακολουθώντας τα βήματα που βρίσκονται στα παραρτήματα 1 και 2 (μηδενισμός ακίδων, μέτρηση). Περνάμε τις τιμές στο αντίστοιχο πίνακα του excel.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 19/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			

3.5.2 Συγκριτικές μετρήσεις με χρήση ειδικού προτύπου πλακιδίου

3.5.2.1 Βήμα 14^ο

Παίρνουμε το ζευγάρι 6 τοποθετούμε το ειδικό πλακίδιο με την επίπεδη πλευρά κάτω και ακολουθώντας τα βήματα που βρίσκονται στα παραρτήματα 1 και 2 (μηδενισμός ακίδων, μέτρηση) παίρνουμε 5 μετρήσεις κεντρικού μήκους τις οποίες περνάμε στο excel.



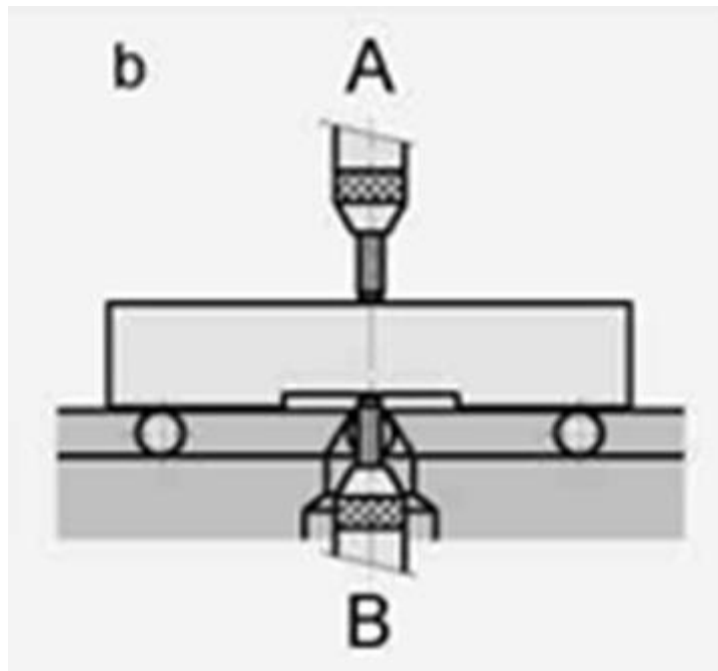
3.5.2.2 Βήμα 15^ο

Επαναλαμβάνουμε το Βήμα 14 για να συμπληρώσω το πίνακα στο excel.

3.5.2.3 Βήμα 16^ο

Παίρνουμε το ειδικό πλακίδιο 6 και το τοποθετούμε με την επίπεδη πλευρά προς τα πάνω όπως φαίνεται παρακάτω και ακολουθώντας τα βήματα που βρίσκονται στα παραρτήματα 1 και 2 (μηδενισμός ακίδων, μέτρηση) παίρνουμε 5 μετρήσεις κεντρικού μήκους τις οποίες περνάμε στο excel.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 20/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				



3.5.2.4 Βήμα 17^ο

Επαναλαμβάνουμε το Βήμα 16 για να λάβουμε τις τιμές που χρειαζόμαστε για να συμπληρώσουμε το πίνακα στο excel.

3.5.3 Αποκλίσεις f_0 και f_u από το κεντρικό μήκος.

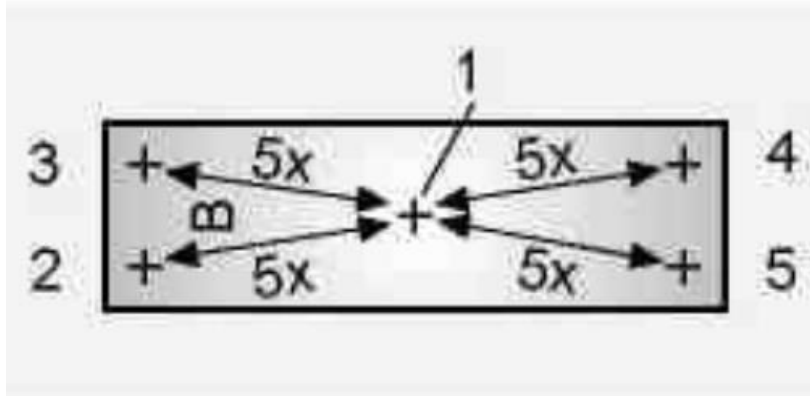
3.5.3.1 Βήμα 18^ο

Τοποθετούμε ένα από τα πλακίδια με ονομαστική διάσταση 1.005 mm ή 1.01 mm στη βάση μέτρησης.

3.5.3.2 Βήμα 19^ο

Αφού διαλέξουμε πλακίδιο το τοποθετούμε στη θέση 2 όπου ακολουθώντας τη διαδικασία μηδενισμού των ακίδων στο παράρτημα 1 και τα βήματα του παραρτήματος 2 (διαδικασία μέτρησης) παίρνουμε 5 μετρήσεις ανάμεσα στα σημεία 1 και 2 όπως φαίνεται στη παρακάτω εικόνα. Μόλις τελειώσουμε περνάμε τις τιμές στο πίνακα στο excel.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 21/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				



α

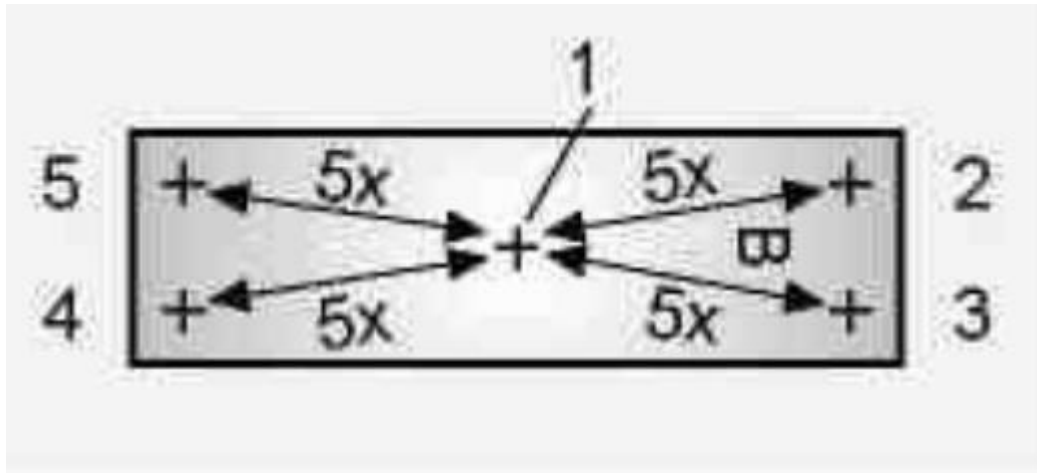
3.5.3.3 Βήμα 20°

Επαναλαμβάνουμε το Βήμα 19 για να πάρουμε 5 μετρήσεις και στα υπόλοιπα 3 σημεία. Συμπληρώνουμε τις τιμές στο πίνακα στο excel.

3.5.3.4 Βήμα 21°

Επαναλαμβάνουμε τα βήματα 19-20 περιστρέφοντας το πλακίδιο κατά 180 μοίρες. Συμπληρώνουμε τον πίνακα στο excel.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 22/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			



β

3.5.4 Βήμα 22°

Συμπληρώνουμε τους τελικούς πίνακες στο excel για την έκθεση των αποτελεσμάτων της μηχανής.

3.5.5 Βήμα 23°


Από πιστοποιητικό διακρίβωσης των πλακιδίων παίρνουμε τις τιμές για να τις γράψουμε στη κατάλληλα διαμορφωμένη θέση στο πίνακα.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 23/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Διαφορά κεντρικού μήκους Ic								
Αριθμός πλακιδίου v	Ονομαστικό μέγεθος		Αριθμός πλακιδίου u	Τιμή διακρίβω- σης C	Μέση τιμή M	Διαφορά C-M	Τυπική αποκλίση	
	A	B					(B-A)μm	
	mm	mm		(B-A)μm	(B-A)μm	μm	(B-A)μm	
1	0.5	0.5						
2	1	1.005						
3	1	1.01						
4	4	4						
5	100	100						

Διαφορά κεντρικού μήκους ειδικού πλακιδίου 6-6*								
Πλακίδιο	Ονομαστικό μήκος		Αριθμός Πλακίδιο u	Μέση τιμή		Διαφορά	Τυπική απόκλιση	
	A	B		επίπεδη πλευρά κάτω B	επίπεδη πλευρά πάνω B		κάτω	πάνω
	mm	mm		(B-A)/μm	(B-A)/μm	μm	(B-A)/μm	(B-A)/μm
6	6	6*						

Fo - Fu 1.01						
Ονομασ- τικό μέγεθος	Αριθμός πλακιδίου u	Τιμές διακρίβωσης	Μέση τιμή	Διαφορά	Τυπική απόκλιση	
		C	M	C-M		
mm		fo μm fu	fo μm fu	fo μm fu	μm	

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 24/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

3.6 Ανάλυση Μετρήσεων

3.6.1

Ελέγχουμε τις τυπικές αποκλίσεις που μετρήθηκαν σύμφωνα με τα βήματα 11 – 20 και είναι καταγεγραμμένες στους πίνακες. Πρέπει να μην ξεπερνάνε τα 0.015 μm.

3.6.2


Η επιτρεπόμενη απόκλιση από τις τιμές που σχετίζονται με το μπλοκ μετρητή αναφοράς μπορεί να είναι ίσο με $\pm 0,03 \mu\text{m}$ ή οποιαδήποτε άλλη δεδομένη τιμή. Αυτό ισχύει τόσο για τις μέσες τιμές στα βήματα που ακολουθούνται για τον πρώτο τύπο μέτρησης (Βήματα 11-13) , καθώς και εκείνα που λαμβάνονται για τις αποκλίσεις f_0 και f_u (Βήματα 18-21) .

3.6.3

Για την μέτρηση που ακολουθείται με τη χρήση του ειδικού πρότυπου πλακιδίου 6 (Βήματα 14 -17) πρέπει η διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών να μην υπερβαίνει τα $\pm 0,03 \mu\text{m}$.

3.7 Έκθεση αποτελεσμάτων

Γίνεται καταγραφή και η αποθήκευση των απαραίτητων στοιχείων (αριθμός πρωτοκόλλου, αριθμός σειράς πλακιδίου ή σετ, πελάτης, ημερομηνία διακρίβωσης, ονομαστική τιμή μήκους, είδος πλακιδίου, αποτελέσματα μέτρησης, κλπ.) σε ειδική φόρμα (Έκθεση) που βρίσκεται στο Παράρτημα 4.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 25/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Παράρτημα 1

Μηδενισμός ακίδων

Βήμα 1^ο

Στην ηλεκτρονική μονάδα μέτρησης TT90 επιλέγουμε θετική πολικότητα για την Α πατώντας τα κουμπιά Α,Β (γιατί μπορεί να εμφανίζεται το Β) μέχρι να εμφανιστεί στην οθόνη της μονάδας μόνο η ένδειξη Α.

Βήμα 2^ο

Σιγουρευόμαστε ότι η θέση μέτρησης είναι η 1. Αν δεν είναι με τον βοηθητικό κοχλία μετακινούμε την τράπεζα εργασίας στη θέση 1.

Βήμα 3^ο

Κρατάμε και τους δύο κοχλίες που είναι για την ρύθμιση της θέσης της άνω κεφαλής της μηχανής. Ξεσφίγγουμε τον κοχλία για σύσφιξη της θέσης και έπειτα βιδώνοντας ή ξεβιδώνοντας τον κοχλία για τη ρύθμιση του ύψους, ρυθμίζουμε το ύψος της άνω κεφαλής φέρνοντας την όσο πιο κοντά γίνεται στο πλακίδιο αναφοράς χωρίς όμως να ακουμπήσει. Στην επιθυμητή θέση σφίγγουμε τον κοχλία για την σύσφιξη.

Βήμα 4^ο

Πατάμε τον διακόπτη εκκίνησης της μέτρησης ώστε να κατέβει η άνω κεφαλή.

Βήμα 5^ο


Με τη βοήθεια του κοχλία για μηδενισμό της άνω κεφαλής και κοιτώντας την οθόνη της TT90 προσπαθούμε να ρυθμίσουμε την κεφαλή σε τιμή $-0,1 \leq 0 \leq 0,1 \mu\text{m}$. Έπειτα μηδενίζουμε την ένδειξη πατώντας τα 2 κουμπιά της TT90 με την ένδειξη 0 συγχρόνως για λιγότερο από 0,5 sec.

Βήμα 6^ο

Στην ηλεκτρονική μονάδα μέτρησης TT90 επιλέγουμε θετική πολικότητα πατώντας τα κουμπιά Α,Β μέχρι να εμφανιστεί στην οθόνη της μονάδας μόνο η ένδειξη Α+Β. Έπειτα μηδενίζουμε την ένδειξη πατώντας τα 2 κουμπιά της TT90 με την ένδειξη 0 συγχρόνως για λιγότερο από 0,5 sec.

Βήμα 7^ο

Πατάμε τον διακόπτη εκκίνησης της μέτρησης ώστε να ανέβει η άνω κεφαλή

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 26/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Παράρτημα 2

Διαδικασία Μέτρησης

Βήμα 1^ο

Ανοίγουμε το λογισμικό της μηχανής **TESA UP** από το εικονίδιο που βρίσκεται στην επιφάνεια εργασίας.

Βήμα 2^ο

Στην αρχική οθόνη του **TESA UP** επιλέγουμε την επιλογή **Test set**. Επιλέγουμε την ομάδα στην οποία βρίσκονται τα πλακίδια που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε για να διακρίβώσουμε τη μηχανή. Έπειτα πατάμε την επιλογή **Calibration**. Στο υπό-μενού που ανοίγει βρίσκονται όλα τα πλακίδια της συγκεκριμένης ομάδας.

Παρατήρηση 1: Αν η ομάδα στην οποία ανήκει το συγκεκριμένο πλακίδιο δεν βρίσκεται στις 4 που εμφανίζονται διαθέσιμες αλλά η ομάδα αυτή έχει δημιουργηθεί στο παρελθόν, πατάμε την επιλογή **Load**, την βρίσκουμε και την επιλέγουμε.

Παρατήρηση 2: Αν η ομάδα στην οποία ανήκει το συγκεκριμένο πλακίδιο δεν υπάρχει ή θέλουμε να την δημιουργήσουμε τότε ακολουθούμε το Βήμα 9 του **παραρτήματος 3**.

Βήμα 3^ο

Στο υπό-μενού που ανοίγει επιλέγουμε το πλακίδιο που θέλουμε να μετρήσουμε B κάνοντας κλικ επάνω στο όνομα του. Έπειτα πατάμε **Calibration**.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 27/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			

Calibration

Gauge blocks to be measured or replaced

No.	Ident.-No.	Nom. length [mm]
1		0.5000
2	87875 B	1.0050
3	87875 B	1.0100
4	87875 B	4.0000
5	87875 B	6.0000
6	87875 B	100.0000

Results of measurement

Ident.-No.	87875 B
Nominal length ln	1.0050 mm
Material	Steel
Manufacturer	TESA
Expansion coefficient	12.00 10 ⁻⁶ /K
Central length lc	1.009993 mm
Dev. in central length	4.993 μm
Variation in length v	- μm
Extreme deviation fo	- μm
Extreme deviation fu	- μm
Grade (old)	K
Grade (new)	-
State	Checked
Uncertainty for central length lc	0.10 μm
Uncertainty for variation in length v	- μm

Reference gauge block: necessary

Ident.-No.	87875 A
Nominal length ln	1.0050 mm
Deviation in central length	0.000 μm

Note

Note 1

Note 2

Calibration

Replace with calibration

Replace without calibration

Single values

Complete calibration

Βήμα 4^ο

Στο υπό-μενού που ανοίγει πατάμε **Start** και έπειτα περιμένουμε να τελειώσει η αντίστροφη μέτρηση του χρόνου που έχουμε θέσει για την εξισορρόπηση της θερμοκρασίας στα πλακίδια (**Measuring mode – temperature stabilisation**).

Βήμα 5^ο


Έπειτα στην κίτρινη περιοχή στα δεξιά του υπό-μενού μας ζητείται να γράψουμε την αρχική θερμοκρασία του πλακιδίου αναφοράς A (Reference). Γράφουμε την θερμοκρασία που βλέπουμε στην οθόνη του Interface θερμοκρασιών. Πατάμε **OK**.

Βήμα 6^ο

Έπειτα μας ζητείται να γράψουμε στο ίδιο σημείο την αρχική θερμοκρασία του πλακιδίου προς διακρίβωση B. Γράφουμε την θερμοκρασία που βλέπουμε στην οθόνη του Interface θερμοκρασιών. Πατάμε **OK**.

Βήμα 7^ο

Οι θέσεις 1,2,3,4,5,6 στην τράπεζα εργασίας αντιστοιχούν στις θέσεις R,1,2,3,4,5 του προγράμματος. **Παρατήρηση:** Η τιμή της τελευταίας μέτρησης της θέσης R (θέση 1 της

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 28/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

τράπεζας εργασίας) του κάθε κύκλου μέτρησης, μεταφέρεται αυτόματα σαν 1^η μέτρηση της θέσης R στον επόμενο κύκλο.

Βήμα 8^ο

Σιγουρευόμαστε ότι η θέση μέτρησης είναι η 1. Αν δεν είναι με τον βοηθητικό κοχλία μετακινούμε την τράπεζα εργασίας στη θέση 1.

Βήμα 9^ο

Πατάμε τον διακόπτη εκκίνησης της μέτρησης ώστε να κατέβει η άνω κεφαλή. Μετρούμε με το χρονόμετρο 5 sec και έπειτα πατάμε τον διακόπτη εκκίνησης της μέτρησης ώστε να ανεβεί η άνω κεφαλή.



Βήμα 10^ο

Η τιμή της μέτρησης πλέον έχει περαστεί στο κελί της 1^{ης} γραμμής και 1^{ης} στήλης που φαίνεται στο υπό-μενού στη θέση R.

Παρατήρηση: Μετά την 1^η μέτρηση εμφανίζεται κάτω δεξιά η επιλογή Back. Πατώντας τη μπορούμε να επαναλάβουμε και να διορθώσουμε την μέτρηση σε περίπτωση λάθους.

Βήμα 11^ο

Συνεχίζουμε με τον ίδιο τρόπο όπως στο Βήμα 26 τις μετρήσεις σε κάθε θέση σύμφωνα

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 29/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

με το πρόγραμμα μέχρι να συμπληρωθούν όλα τα κελιά.

Προσοχή: η τελευταία θέση της πρώτης σειράς μετρήσεων μεταφέρεται αυτόματα στη πρώτη θέση της δεύτερης σειράς μετρήσεων.

Βήμα 12°

Έπειτα στην κίτρινη περιοχή στα δεξιά του υπό-μενού μας ζητείται να γράψουμε την τελική θερμοκρασία του πλακιδίου αναφοράς (Reference). Γράφουμε την θερμοκρασία που βλέπουμε στην οθόνη του Interface θερμοκρασιών. Πατάμε OK.

Βήμα 13°

Έπειτα μας ζητείται να γράψουμε στο ίδιο σημείο την τελική θερμοκρασία του πλακιδίου προς διακρίβωση B. Γράφουμε την θερμοκρασία που βλέπουμε στην οθόνη του Interface θερμοκρασιών. Πατάμε OK.

Βήμα 14°

Το πρόγραμμα ελέγχει το εύρος της θερμοκρασίας και του μήκους των πλακιδίων στις θέσεις R και 1 και είτε κάνει αποδεκτή τη μέτρηση είτε την απορρίπτει και βγάζει μήνυμα σφάλματος (π.χ. Warning Temperature drift too high). Αν η μέτρηση απορριφθεί πρέπει να επαναληφθούν τα **Βήματα 21° -30°**.



Βήμα 15°


Παίρνουμε τις τιμές διακρίβωσης και τις περνάμε στους αντίστοιχους πίνακες στο excel. Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση της μέτρησης το πρόγραμμα εμφανίζει την επιλογή Continue. Πατάμε **Continue**.

Βήμα 16°

Μετά την ολοκληρωμένη μέτρηση για το συγκεκριμένο πλακίδιο στο υπό-μενού του Test set το συγκεκριμένο πλακίδιο έχει την ένδειξη **Checked**. Αν θέλουμε να δούμε τα αποτελέσματα των μετρήσεων πατάμε Single Value.

Βήμα 17°

Αν θέλουμε να επαναλάβουμε μια μέτρηση πατάμε **Calibration** και επαναλαμβάνουμε τα βήματα 1-7 του παραρτήματος 1 (μηδενισμός των ακίδων) και επαναλαμβάνουμε τα βήματα 4-15 του παραρτήματος 2.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UP			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 30/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

ΑΡΧΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Βήμα 1°

Εκκινούμε τον Η/Υ και το λογισμικό **TESA UP** της μηχανής, που βρίσκεται στη επιφάνεια εργασίας.

Στην οθόνη λειτουργίας του λογισμικού επιλέγουμε το **Pre-adjustments** για να ρυθμίσουμε το πρόγραμμα.

Βήμα 2°

Στην οθόνη των **Pre-adjustments** επιλέγουμε τον εκτυπωτή του συστήματος στην επιλογή **Printers**.

Βήμα 3°

Στην επιλογή **RS232** κάνουμε στη στήλη **Length measurement on-line** την εξής αλλαγή. Επιλέγουμε 4800 ως **Baud rate**.

Βήμα 4°

Στην οθόνη των **Pre-adjustments** και στο υπό-μενού **Laboratory** γράφουμε τα στοιχεία του εργαστηρίου στο οποίο γίνονται οι μετρήσεις.

Βήμα 5°

Στην οθόνη των **Pre-adjustments** και στο υπό-μενού **Measuring Mode** δημιουργούμε τρία πρότυπα για τις μετρήσεις με τον εξής τρόπο:

Πατώντας στο **1** και μετέπειτα στο **Configure/Change** ανοίγει το υπό-μενού για το πρότυπό 1. Τα πεδία συμπληρώνονται ως εξής:

- **Identification** : Ονομάζουμε το πρότυπό μέτρησης όπως θέλουμε για να το αναγνωρίζουμε
- **Measuring strategy** : Επιλέγουμε Central length only
- **Length acquisition** : Επιλέγουμε On-line
- **Temperature acquisition** : Επιλέγουμε Manual
- **Max. Perm. Variation** : Δίνουμε τις τιμές Length: 0,06 και Temperature: 0,06
- **Uncertainty of measurement** : Δίνουμε τις τιμές Central length: 0,10 + 1,00 και Variation in length: 0,10
- **Nbr of measurement per point** : Επιλέγουμε 5
- **Declaration of conformity**: None
- **Temperature stabilisation** : Δίνουμε τις εξής τιμές 1,30,40,60,90 min για σταθεροποίηση της θερμοκρασίας στα πλακίδια όπως φαίνεται και στην εικόνα.

Έχοντας περάσει όλες τις ρυθμίσεις που θέλουμε πατάμε το **End** για να καταχωρηθεί.

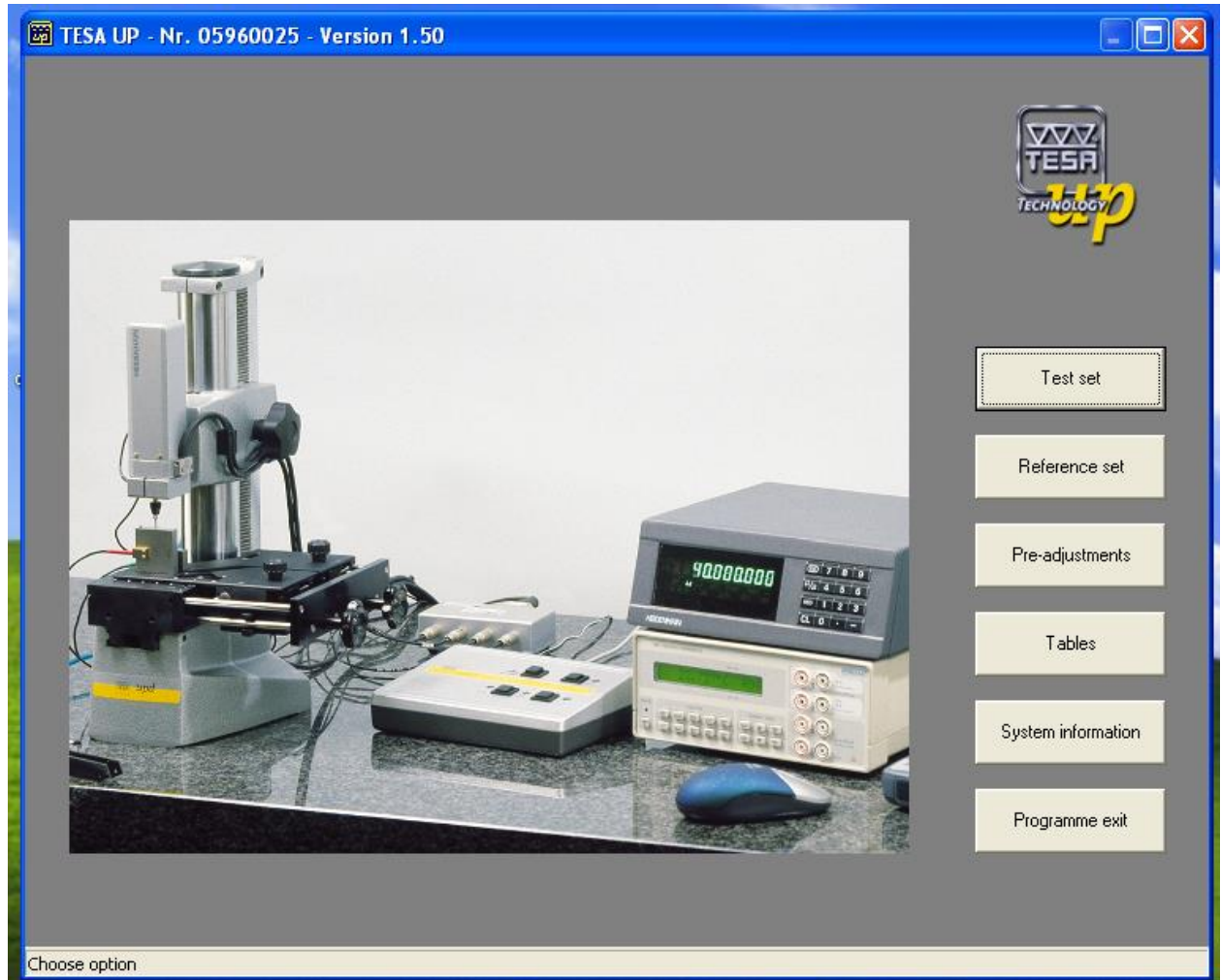


ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 31/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				



Σχήμα 1 : Εικονίδιο TESA UP

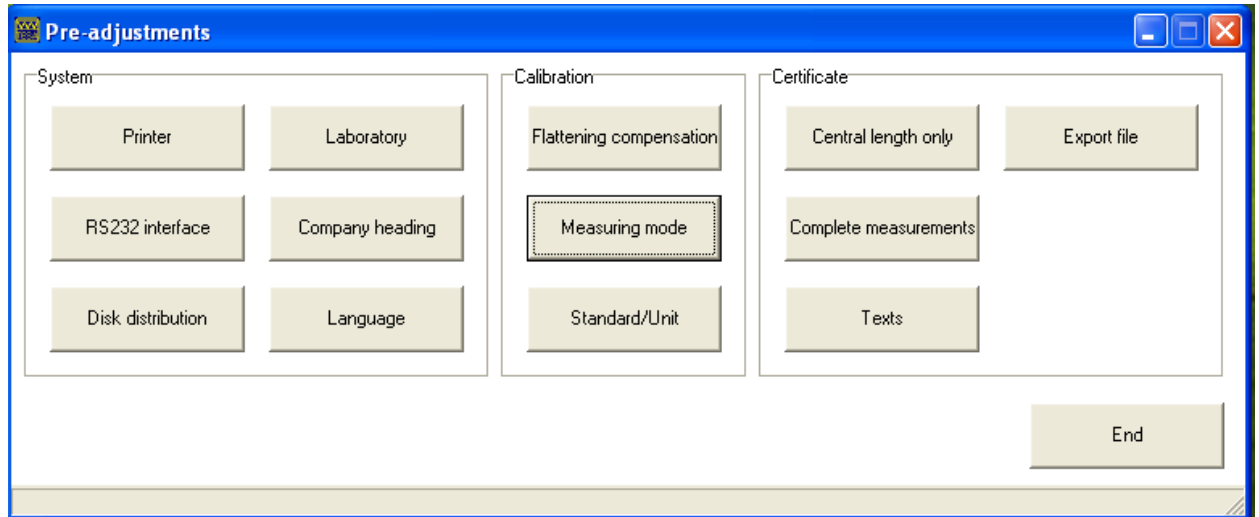
ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 32/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				



Σχήμα 2 : MAIN MENU



ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 33/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				



Σχήμα 3 : MENU Pre-adjustments

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 34/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			

Measuring mode

Preset modes

1: Metriseis 2: lol

3: Lc blocks 4: lc block 6mm

5: callibrat 1.01mm 6: empty

7: empty 8: empty

Configure/Change

Print

Uncertainty of measr.

Measuring mode

Identification: Lc blocks

Measuring strategy: Central length only

Nbr of measurement per point: 5

Length acquisition: on-line

Temperature acquisition: manual

Max. perm. drift (length): 0.06 μm

Max. perm. drift (temperature): 0.06 °C

End

Σχήμα 4: Ρυθμίσεις για το Measuring mode (αρχικό μενού)


ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 35/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Σχήμα 5: Ρυθμίσεις για το Measuring mode (υπό-μενού)

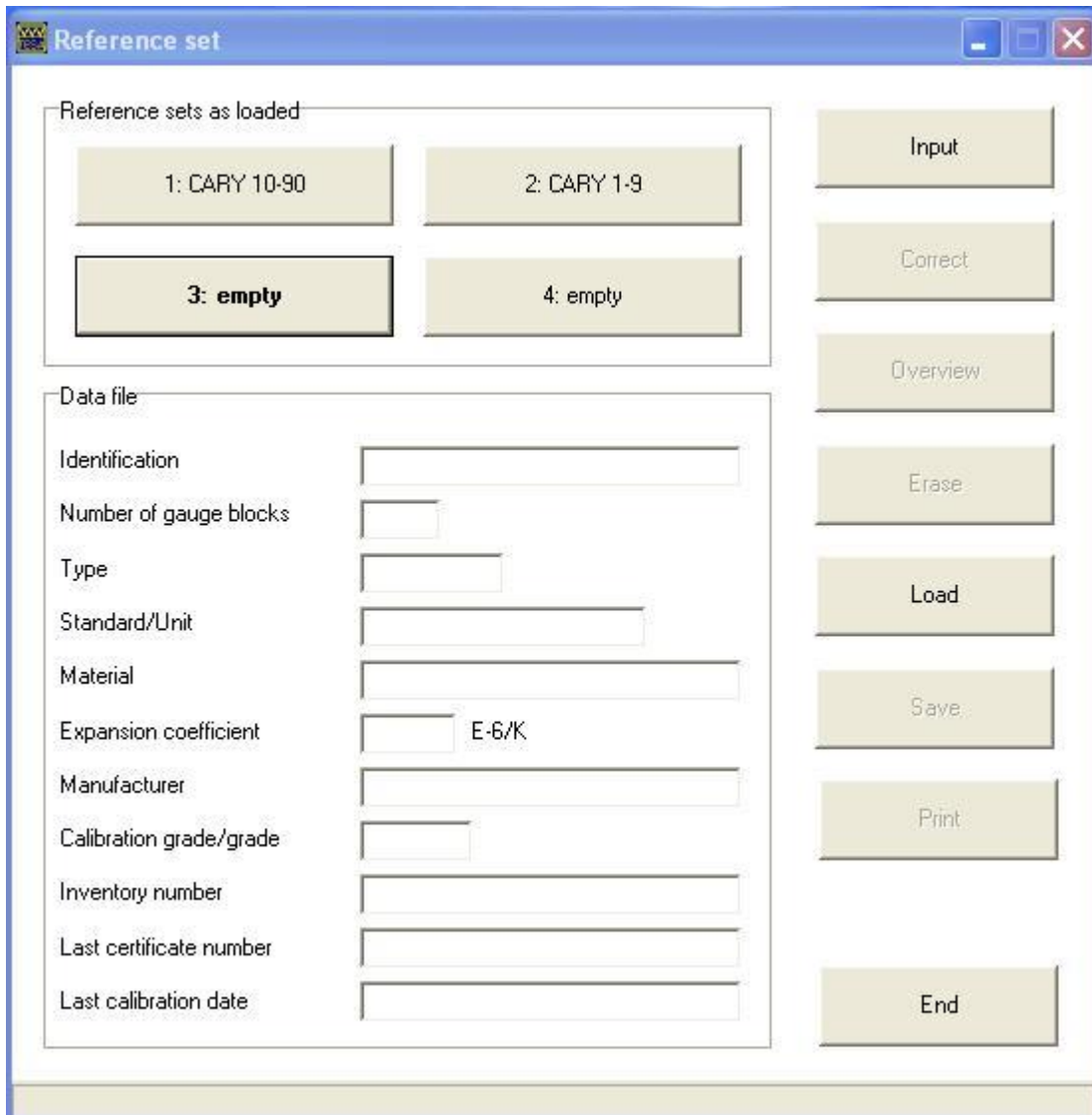
Βήμα 6^ο

Στην αρχική οθόνη του **TESA UP** επιλέγουμε την επιλογή **Reference set**. Επιλέγοντας το **1:empty** και πατώντας **Input** ανοίγει το υπό-μενού στο οποίο θα περάσουμε τα πλακίδια αναφοράς ως ομάδα "A". Τα πεδία συμπληρώνονται ως εξής:

- **Identification** : Δίνουμε μια ονομασία στο συγκεκριμένο set
- **Number of gauge blocks** : Επιλέγουμε 6 που είναι τα ζευγάρια μετρήσεων
- **Set compositions** : Δεν γράφουμε/επιλέγουμε κάτι
- **Standard/Unit** : Επιλέγουμε ISO 3650:1998
- **Material** : Επιλέγουμε το υλικό των πλακιδίων

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 36/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

- **Expansion coefficient** : Γράφουμε τον συντελεστή του υλικού 12
- **Manufacturer** : Γράφουμε τον κατασκευαστή των πλακιδίων
- **Calibration grade/grade** : Επιλέγουμε τον βαθμό των πλακιδίων της κασετίνας(K,0,1,2)
- **Inventory number** : Γράφουμε τον αριθμό της κασετίνας των πλακιδίων
- **Last calibration certificate Nr.** : Γράφουμε τον αριθμό του τελευταίου πιστοποιητικού διακρίβωσης των συγκεκριμένων πλακιδίων
- **Last calibration date** : Γράφουμε την ημερομηνία του τελευταίου πιστοποιητικού διακρίβωσης των συγκεκριμένων πλακιδίων



Σχήμα 6: Menu Reference set

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 37/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			

Reference set

<p>Data file</p> <p>Identification <input type="text"/></p> <p>Number of gauge blocks <input type="text" value="0"/></p> <p>Set compositions <input type="text"/> <input type="button" value="List"/></p> <p>Standard/Unit <input type="text" value="ISO 3650:1998"/></p> <p>Material <input type="text" value="Steel"/></p> <p>Expansion coefficient <input type="text" value="0.00"/> E-6/K</p> <p>Manufacturer <input type="text"/></p> <p>Calibration grade/grade <input type="text" value="0"/></p> <p>Inventory number <input type="text"/></p> <p>Last certificate number <input type="text"/></p> <p>Last calibration date <input type="text"/></p>	<p>Current gauge block</p> <p>Ident.-No. <input type="text"/></p> <p>Nominal length In <input type="text"/> mm</p> <p>Central deviation <input type="text"/> μm</p> <p>Material <input type="text" value="Steel"/></p> <p>Expansion coefficient <input type="text" value="0.00"/> E-6/K</p> <p>Manufacturer <input type="text"/></p> <p>Existing gauge blocks</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Ident.-No.</th> <th>Nom. length [mm]</th> <th>Dev. [μm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	No.	Ident.-No.	Nom. length [mm]	Dev. [μm]	1				2				3				4				5			
No.	Ident.-No.	Nom. length [mm]	Dev. [μm]																						
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									

Σχήμα 7 : Input menu

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 38/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			

Reference set

Data file

Identification:

Number of gauge blocks:

Set compositions:

Standard/Unit:

Material:

Expansion coefficient: E-6/K

Manufacturer:

Calibration grade/grade:

Inventory number:

Last certificate number:

Last calibration date:

Current gauge block

Ident.-No.:

Nominal length ln: mm

Central deviation: μm

Material:

Expansion coefficient: E-6/K

Manufacturer:

Existing gauge blocks

No.	Ident.-No.	Nom. length [mm]	Dev. [μm]
1			0.000
2			0.000
3			0.000
4			0.000
5			0.000

Σχήμα 8: Ρυθμίσεις για το set αναφοράς (Reference set)

Βήμα 7^ο

Στο ίδιο μενού για το **Reference set** ενεργοποιείται η επιλογή **Enter gauge block data**. Επιλέγοντας αυτή την επιλογή θα κάνουμε καταχώρηση κάθε δοκιμίου ξεχωριστά. Τα πεδία συμπληρώνονται ως εξής:

- **Ident.-No.** : Αριθμός του πλακιδίου
- **Nominal length** : Ονομαστική διάσταση του πλακιδίου
- **Central deviation**: Δεν γράφουμε κάτι
- **Material** : Δεν γράφουμε/επιλέγουμε κάτι
- **Expansion coefficient** : Δεν γράφουμε/επιλέγουμε κάτι
- **Manufacturer** : Δεν γράφουμε/επιλέγουμε κάτι

Για το ζευγάρι 1 mm A με το 1.005 mm B θα περάσουμε το 1 σαν 1.005 mm A για να μας αναγνωρίσει το πρόγραμμα το ζευγάρι, αλλιώς δεν μπορεί να γίνει η μέτρηση. Το ίδιο κάνουμε και για το ζευγάρι 1 mm A με το 1.01 mm B. Και φτιάχνουμε την ομάδα που αποτελείτε από τη σειρά A και είναι 0.5, 1.005, 1.01, 4, 6, 100. Έχοντας περάσει όλες τις πληροφορίες που θέλουμε για το πλακίδιο πατάμε το **Add** για να καταχωρηθεί.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 39/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			

Reference set

Data file

Identification:

Number of gauge blocks:

Set compositions:

Standard/Unit:

Material:

Expansion coefficient: E-6/K

Manufacturer:

Calibration grade/grade:

Inventory number:

Last certificate number:

Last calibration date:

Current gauge block

Ident.-No.:

Nominal length ln: mm

Central deviation: μm

Material:

Expansion coefficient: E-6/K

Manufacturer:

Existing gauge blocks

No.	Ident.-No.	Nom. length [mm]	Dev. [μm]
2	87875 A	1.0050	0.000
3	87875 A	1.0100	0.000
4	87875 A	4.0000	0.000
5	87875 A	6.0000	0.000
6	87875 A	100.0000	0.000

Σχήμα 9: Το set αναφοράς με κάθε πλακίδιο (Reference set)

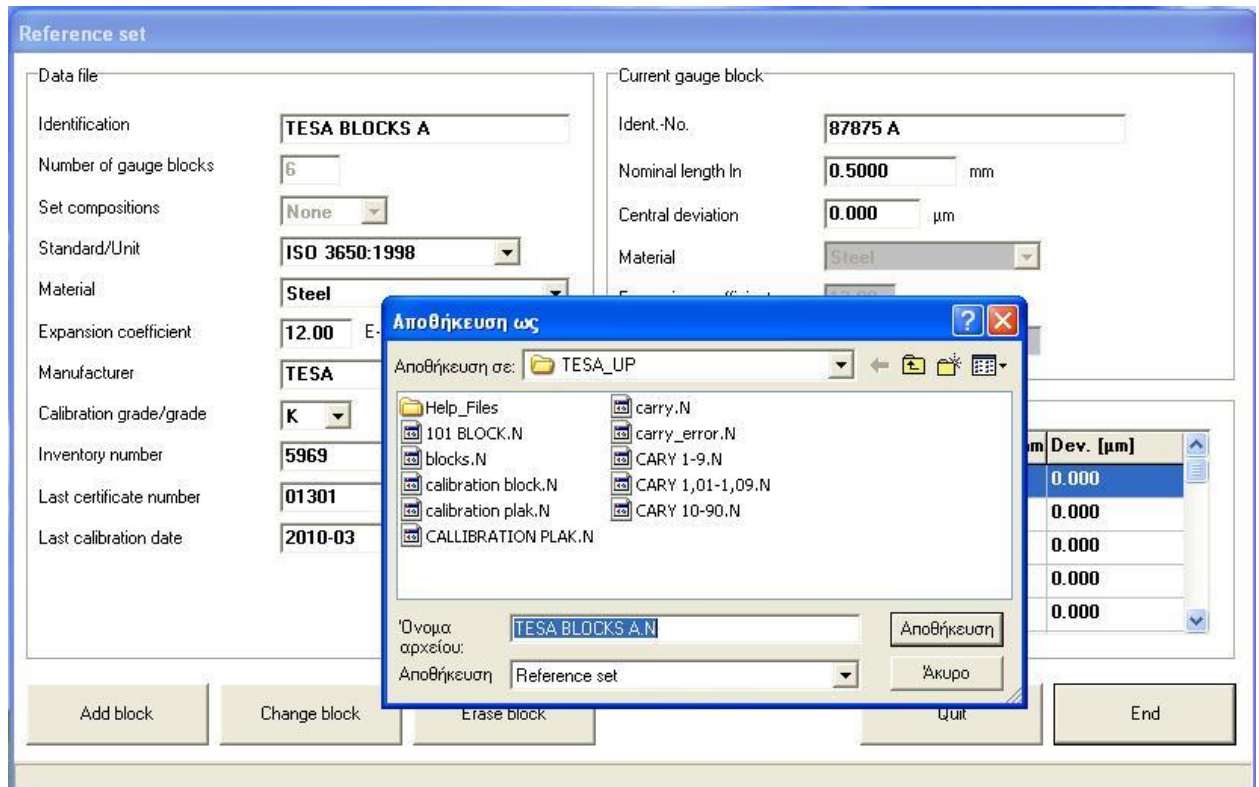
Βήμα 8^ο

Αφού έχουμε περάσει όλα τα πλακίδια που θέλουμε στο ίδιο μενού για το **Reference set** πατώντας **Quit** αποθηκεύουμε το συγκεκριμένο set. Επαναλαμβάνουμε το βήμα 7 για να καταχωρήσουμε το πλακίδιο 1.01 mm B σαν το 1.01 mm A.



Σχήμα 10: Confirmation

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UP		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 40/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			



Σχήμα 11: Αποθήκευση του set αναφοράς (Reference set)

Βήμα 9^ο

Στην αρχική οθόνη του **TESA UP** επιλέγουμε την επιλογή **Test set**. Επιλέγοντας το **1:empty** και πατώντας **New measurements** ανοίγει το υπό-μενού στο οποίο θα περάσουμε τα πλακίδια που θέλουμε να “διακριβώσουμε” ως ομάδα Β. Τα πεδία συμπληρώνονται ως εξής:

- **Order data** : Τα στοιχεία του πελάτη. Αφού συμπληρώσουμε τις πληροφορίες που θέλουμε πατάμε **Continue**
- **Test set** : Συμπληρώνουμε τα πεδία ως εξής:
 - **Identification** : Δίνουμε μια ονομασία στο συγκεκριμένο set
 - **Number of gauge blocks** : Γράφουμε το πλήθος των δοκιμών
 - **Set compositions** : Δεν γράφουμε/επιλέγουμε κάτι
 - **Standard/Unit** : Επιλέγουμε ISO 3650:1998
 - **Material** : Επιλέγουμε το υλικό των πλακιδίων
 - **Expansion coefficient** : Γράφουμε τον συντελεστή του υλικού (11,5 για steel)
 - **Manufacturer** : Γράφουμε τον κατασκευαστή των πλακιδίων
 - **Calibration grade/grade** : Επιλέγουμε το αστέρι αν δεν έχουμε προηγούμενη διακρίβωση ή επιλέγουμε το μικρότερο βαθμό από όλα τα δοκίμια που θα γράψουμε σύμφωνα με την τελευταία διακρίβωση.
 - **Inventory number** : Γράφουμε τον αριθμό της κασετίνας των πλακιδίων

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 41/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

- **Last calibration certificate Nr.** : Γράφουμε τον αριθμό του τελευταίου πιστοποιητικού διακρίβωσης των συγκεκριμένων πλακιδίων
- **Last calibration date** : Γράφουμε την ημερομηνία του τελευταίου πιστοποιητικού διακρίβωσης των συγκεκριμένων πλακιδίων
- **Current certificate number** : Γράφουμε τον αριθμό του παρόντος πιστοποιητικού διακρίβωσης των συγκεκριμένων πλακιδίων
- **Next calibration date** : Γράφουμε την ημερομηνία που θα πραγματοποιηθεί η επόμενη διακρίβωση για τα συγκεκριμένα πλακίδια
- Στο ίδιο μενού για το **Test set** ενεργοποιείται η επιλογή **Test set**. Επιλέγοντας αυτή την επιλογή θα κάνουμε καταχώρηση κάθε δοκιμίου ξεχωριστά. Τα πεδία συμπληρώνονται ως εξής:

- **Ident.-No.** : Αριθμός του πλακιδίου
- **Nominal length** : Ονομαστική διάσταση του πλακιδίου
- **Gauge block condition** : Κατάσταση του πλακιδίου
- **Material** : Δεν γράφουμε/επιλέγουμε κάτι
- **Expansion coefficient** : Δεν γράφουμε/επιλέγουμε κάτι
- **Manufacturer** : Δεν γράφουμε/επιλέγουμε κάτι

Έχοντας περάσει όλες τις πληροφορίες που θέλουμε για το πλακίδιο πατάμε το **Transfer** για να καταχωρηθεί. Αφού έχουμε περάσει όλα τα πλακίδια που θέλουμε πατώντας **End** αποθηκεύουμε το συγκεκριμένο set. Έπειτα πατάμε **Continue**

- **Reference set** : Επιλέγουμε το **Reference set** που θέλουμε για το συγκεκριμένο **Test set**. Έπειτα πατάμε **Continue**
- **Measuring Mode** : Επιλέγουμε το πρότυπό μετρήσεων που έχουμε δημιουργήσει νωρίτερα πατώντας στο όνομα του. Έπειτα πατάμε **Continue**
- **Calibration data** : Τσεκάρουμε αν είναι τσεκαρισμένο το πεδίο **UPC**

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 42/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Test set

Test sets as loaded

1: CARL ZEISS 10-90 2: empty

3: empty 4: empty

Data file

Identification:

Version:

Status:

Number of gauge blocks:

Type:

Standard/Unit:

Material:

Expansion coefficient:

Manufacturer:

Grade:

Inventory number:

Last certificate number:

Last calibration date:

Current certificate number:

Next calibration date:

New measurements

Partial measurements

Calibration

Terminate

Correct

Overview

Erase

Load

Save

Calibration certificate

End

Σχήμα 12: Menu Test set

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 43/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Test set

Order data | Test set | Reference set | Measuring mode | Calibration data

Customer:

Venture:

Post code/City:

Road/P.O. Box:

Telephone:

Order number:

Date of order:

Department:

Cost centre:

Σχήμα 13: Υπό-μενού: Order data

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 44/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			

Test set

Order data | **Test set** | Reference set | Measuring mode | Calibration data

Data file

Identification: **TESA BLOCKS B**

Number of gauge blocks: **6**

Set compositions: **None** List

Standard/Unit: **ISO 3650:1998**

Material: **Steel**

Expansion coefficient: **12.00** E-6/K

Manufacturer: **TESA**

Calibration grade/grade: **K**

Inventory number: **5969**

Last certificate number: **01301**

Last calibration date: **2010-03**

Current certificate number: **01302**

Next calibration date: **2016-03**

Enter gauge block data (manual)

Current gauge block

Ident.-No.:

Nominal length: mm

Gauge block condition: **available / condition o.k.**

Material: **Steel**

Expansion coefficient: **12.00** E-6/K

Manufacturer: **TESA**

Gauge blocks

No.	Ident.-No.	Nom. length [mm]
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Quit Back Continue

Σχήμα 14: Υπό-μενού: Test set

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 45/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Test set

Order data | **Test set** | Reference set | Measuring mode | Calibration data

Data file

Identification: **TESA BLOCKS B**

Number of gauge blocks: **6**

Set compositions: **List**

Standard/Unit: **ISO 3650:1998**

Material: **Steel**

Expansion coefficient: **12.00** E-6/K

Manufacturer: **TESA**

Calibration grade/grade: **K**

Inventory number: **5969**

Last certificate number: **01301**

Last calibration date: **2010-03**

Current certificate number: **01302**

Next calibration date: **2016-03**

Current gauge block

Ident.-No.: **87875 B**

Nominal length: **100.0000** mm

Gauge block condition: **available / condition o.k.**

Material: **Steel**

Expansion coefficient: **12.00** E-6/K

Manufacturer: **TESA**

Gauge blocks

No.	Ident.-No.	Nom. length [mm]
1	87875 B	0.5000
2	87875 B	1.0050
3	87875 B	1.0100
4	87875 B	4.0000
5	87875 B	6.0000
6	87875 B	100.0000
7		
8		
9		
10		

Σχήμα 15 : Υπό-μενού: Test set

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 46/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			

Test set

Order data | **Test set** | Reference set | Measuring mode | Calibration data

Data file

Identification:

Number of gauge blocks:

Type:

Standard/Unit:

Material:

Expansion coefficient: E-6/K

Manufacturer:

Calibration grade/grade:

Inventory number:

Last certificate number:

Last calibration date:

Reference sets as loaded

1: CARY 10-90

2: CARY 1-9

3: TESA BLOCKS A

4: empty

Quit

Back

Continue

Σχήμα 16: Υπό-μενού: Reference set

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 47/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Test set

Order data | Test set | Reference set | **Measuring mode** | Calibration data

Measuring strategy

Central length only
 Complete measurements

Nbr of measurement per point:

Length acquisition

manual
 on-line

Temperature acquisition

None
 manual
 on-line

Max. perm. variation

Length: μm
Temperature: °C

Uncertainty of measurement

Central length lc: μm + * 10E-6 * L
Variation in length v: μm

Declaration of conformity

1: None
 2: To specification limits
 3: To conformity limits

Temperature stabilisation

from 0.5 mm up to 2.0 mm: min
over 2.0 mm up to 10.0 mm: min
over 10.0 mm up to 25.0 mm: min
over 25.0 mm up to 50.0 mm: min
over 50.0 mm up to 100.0 mm: min

Preset modes

1: Metrseis
2: lol
3: Lc blocks
4: lc block 6mm
5: callibrat 1.01mm
6: empty
7: empty
8: empty
Free inputs

Σχήμα 17: Υπό-μενού: Measuring mode

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC		
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 48/53
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου			

The screenshot shows the 'Test set' software interface with the 'Calibration data' tab selected. The interface is divided into several sections:

- Comparator:** Fields for Data file, Comparator, and Comparator number.
- Calibration data:** Fields for Calibration certificate, Certificate number, and Last calibration date.
- Equipment-type:** Radio buttons for UPC (selected) and UPD.
- Templates-type:** Radio buttons for Former execution (selected) and New execution.
- Temperature device:** Fields for Data file, Temperature device, and Inventory number.
- Calibration data (second section):** Fields for Calibration certificate, Certificate number, and Last calibration date.
- Calibration data (third section):** Fields for Inspector and Note.

At the bottom of the interface, there are three buttons: 'Quit', 'Back', and 'Ready for calibration'.

Σχήμα 18: Υπό-μενού: Calibration data

Βήμα 10°

Αφού έχουμε περάσει όλες τις πληροφορίες που θέλουμε στο μενού **Calibration data** πατώντας **Ready for calibration** αποθηκεύουμε το συγκεκριμένο **Test set**.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 49/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Παράρτημα 4



Έκθεση Διακρίβωσης

Στοιχεία

Ημερομηνία Διακρίβωσης:

Αριθμός πρωτοκόλλου:

Πελάτης:

Τοποθεσία διακρίβωσης:

Παράμετροι Διακρίβωσης

Εύρος θερμοκρασίας χώρου:


Πίεση:

Υγρασία:

Αριθμός κασετίνας πλακιδίων:

Απαραίτητοι Έλεγχοι

Έλεγχοι	Αποτελέσματα	Παρατηρήσεις
Έλεγχος τοποθέτησης βάσης πλακιδίων		
Έλεγχος ευθυγράμμισης αισθητήρων (probes)		
Έλεγχος ακίδας Β		

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 50/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Έκθεση Διακρίβωσης

Ιχνηλασιμότητα/traceability μετρήσεων:

Για την εξασφάλιση της ιχνηλασιμότητας χρησιμοποιήθηκε η κασετίνα με βαθμό που συνοδεύεται με πιστοποιητικό διακρίβωσης από τη

Αποτελέσματα μετρήσεων

Τύπος μετρήσεων 1

Διαφορά κεντρικού μήκους l_c							
Αριθμός πλακιδίων	Ονομαστικό μέγεθος		Αριθμός πλακιδίου	Τιμή διακρίβωσης	Μέση τιμή	Διαφορά	Τυπική αποκλισθή
	A	B		C	M	C-M	
	mm	mm		(B-A) μ m	(B-A) μ m	μ m	(B-A) μ m
1	0.5	0.5					
2	1	1.005					
3	1	1.01					
4	4	4					
5	100	100					

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 51/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Έκθεση Διακρίβωσης

Τύπος μετρήσεων 2

Διαφορά κεντρικού μήκους ειδικού πλακιδίου 6-6*								
Πλακίδιο	Ονομαστικό μήκος		Αριθμός Πλακιδίου	Μέση τιμή		Διαφορά	Τυπική απόκλιση	
	A	B		επίπεδη πλευρά κάτω B	επίπεδη πλευρά πάνω B		κάτω	πάνω
	mm	mm		(B-A)/ μm	(B-A)/ μm	μm	(B-A)/ μm	(B-A)/ μm
6	6	6*						

Τύπος μετρήσεων 3

Fo - Fu						
Ονομαστικό μέγεθος	Αριθμός πλακιδίου	Τιμές διακρίβωσης		Μέση τιμή	Διαφορά	Τυπική απόκλιση
		C		M	C-M	
mm		fo	μm fu	fo	μm fu	μm

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 52/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				

Έκθεση Διακρίβωσης

Αβεβαιότητα μετρήσεων

Τύπος Μέτρησης	Τυπικές αποκλίσεις	Αβεβαιότητα
1		$\pm 0.015 \mu\text{m}$
2		$\pm 0.015 \mu\text{m}$
3		

Τύπος Μέτρησης	Μέσες τιμές		Αβεβαιότητα
1			$\pm 0.03 \mu\text{m}$
2	6* επίπεδη πλευρά κάτω	6*επίπεδη πλευρά πάνω	$\pm 0.03 \mu\text{m}$
3	fo	fu	$\pm 0.03 \mu\text{m}$



ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Κωδικός ΟΕ-15	Διεξαγωγή διακρίβωσης συγκριτικής μηχανής TESA UPC			
Υπεύθυνος Έκδοσης	Υπεύθυνος Έγκρισης	Αρ. Έκδοσης 1.3	Ημερομηνία Έκδοσης 01/10/2015	Σελίδα 53/53	
Υπεύθυνος Ποιότητας	Διευθυντής Εργαστηρίου				



Έκθεση Διακρίβωσης

Παρατηρήσεις:

Αθήνα .../.../.....

Ο Τεχνικός Υπεύθυνος

Ο Διευθυντής του Εργαστηρίου

Αναφορές

- ISO 1995, *Guide for the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)*
- Ruedi Thalmann & Hugo Baechler, *Issues and advantages of gauge block calibration by mechanical comparison*, Swiss Federal Office of Metrology and Accreditation (METAS), CH-3003 Bern-Wabern
- ISO 3650:1998, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Length Standards – Gauge blocks*
- European cooperation for Accreditation, EA-4/02, *Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration*, Δεκέμβριος 1999
- European cooperation for Accreditation, EA-4/16, *EA guidelines on the expression of uncertainty in quantitative testing*
- UKAS, M3003 *The Expression of Uncertainty and Confidence in Measurement*, Ιανουάριος 2007
- Jennifer E. Decker James R. Pekelsky, *Uncertainty of Gauge Block Calibration by Mechanical Comparison: A Worked Example*, NRC 1996
- Ted Doiron & John Stoup, *Uncertainty and Dimensional Calibrations*, Journal of research of the National Institute of Standards and Technology Vol 102, 1997
- Thomas M. Adams, G103 - *A2LA Guide for the Estimation of Uncertainty and Testing Results*, 2002
- M. J. Puttock and E. G. Thwaite, *Elastic Compression of Spheres and Cylinders at Point and Line Contact*, National Standards Laboratory Technical Paper No. 25, 1969
- John S. Beers and James E. Taylor, NBS Technical Note 962 - *Contact Deformation In Gage Block Comparisons*, National Bureau of Standards 1978
- <http://emtoolbox.nist.gov/Main/Main.asp>, Ιστοσελίδα *Engineering Metrology Toolbox* για υπολογιστικά εργαλεία, National Institute of Standards and Technology(NIST)

Βιβλιογραφία

Βιβλία

1. EAL-G21: Calibration of Gauge Block Comparators, 2nd edition: European cooperation for Accreditation of Laboratories
2. DKD-R 4-1: Auswahl und Kalibrierung of Endmassmessgeräten zur Verwendung als Normalgeräte in Kalibrierlaboratorien, 1994, DKD
3. Braun Herwing, “Μετροτεχνία”, Απόδοση στην ελληνική γλώσσα: Μελέτιος Βούλγαρης, Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης: Γ. Εμμανουηλίδης, Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις , 1996
4. TESA Programme Software UP for Value Processing Version 1.40 INSTRUCTION MANUAL
5. Λάζαρου Ε. Λαζαρίδη, “Μηχανουργική Τεχνολογία”, Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου, 1997
6. Σ.Ε. Σιμόπουλου, “Μετρήσεις Τεχνικών Μεγεθών”, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 1989
7. Αλέξης Καρμίρης, “Έλεγχος Ποιότητας”, Εκδόσεις Ε.Μ.Π.
8. Β.Ι.Ν. Λεώπουλος, “Συστήματα Διαχείρισης Ποιότητας”, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2003
9. Δερβητσιώτη Κώστα Ν., “Ποιοτικός Έλεγχος και Παραγωγικότητα”, Τόμος Ι, Εκδόσεις Ν. Αϊβαζίδη - Ζ. Ζουμπούλη, Θεσ/νίκη (1985).
10. Τσιότρα Γεωργίου Δ., “Βελτίωση Ποιότητας”, Εκδόσεις Ε. Μπένου, Αθήνα (1995).
11. Αυλωνίτης Σταμάτης Α., “Στοιχεία Ελέγχου & Διασφάλισης Ποιότητας”, Εκδόσεις ΕΛΛΗΝ - Γ. Πάρικος & Σια Ε.Ε., Αθήνα (2003).
12. Caplen R.H., “A Practical Approach to Quality Control”, Century Business, 5th Edition (1988).
13. Stephanie Bell, “A Beginner’s Guide to Uncertainty of Measurement”, National Physical Laboratory , 1999

Διαδίκτυο

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Celsius>
2. http://en.wikipedia.org/wiki/International_System_of_Units
3. http://en.wikipedia.org/wiki/SI_base_unit
4. http://www1.bipm.org/en/si/base_units/
5. <http://www.eim.gr/language/el/>
6. <http://147.102.46.88/metrotexniko>
7. http://en.wikipedia.org/wiki/ANOVA_Gage_R%26R
8. http://en.wikipedia.org/wiki/Measurement_Systems_Analysis
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Measurement_uncertainty
10. <http://www.europacprecision.com/products/calibration-equipment/gauge-block-comparators/tesa-upc-gauge-block-comparator-for-comparative-measurement.html>
11. <http://emtoolbox.nist.gov/Publications/NISTMonograph180.pdf>
12. http://www.euramet.org/Media/docs/Publications/calguides/EURAMET_cg-2_v_2.0_Calibration_of_Gauge_Block_Comparators.pdf