

Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ Σημασία – Απαιτήσεις - Χρήση

Γ. Ε. Ναβροζίδης, Χ. Μήτσας

ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ ΕΙΜ-06

ΘΕΣ/ΝΙΚΗ, ΜΑΙΟΣ 2006 (1^η Πρόχειρη Έκδοση)

Copyright © 2006, ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΜΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

Η αναπαραγωγή μέρους ή ολόκληρης της τεχνικής οδηγίας αυτής, επιτρέπεται μόνο μετά από γραπτή έγκριση του Ελληνικού Ινστιτούτου Μετρολογίας



**Ελληνικό
Ινστιτούτο
Μετρολογίας**

**ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
Σημασία – Απαιτήσεις - Χρήση**

Γ. Ε. Ναβροζίδης, Χ. Μήτσας

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

	Σελ.
Εισαγωγή	1
1. Γενικά	1
1.1. Ορισμός και σημασία της διακρίβωσης	1
1.2. Το πιστοποιητικό ως “φωτογραφικό στιγμιότυπο” της ιστορίας ενός μετρητικού οργάνου	2
1.3. Η έννοια της ιχνηλασιμότητας των μετρήσεων	4
1.4. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης – Πιστοποιητικά Επαλήθευσης – Πιστοποιητικά Συμμόρφωσης	9
2. Μορφή και περιεχόμενα ενός πιστοποιητικού διακρίβωσης	11
2.1. Βασικές απαιτήσεις για τη μορφή και το περιεχόμενο πιστοποιητικών	11
2.2. Άλλες απαιτήσεις	13
2.3. Η αναγραφή τιμών και μονάδων μέτρησης μεγεθών σε πιστοποιητικά διακρίβωσης	15
3. Οδηγίες για τη βέλτιστη χρήση των πιστοποιητικών διακρίβωσης	16
3.1. Η έννοια του “σφάλματος”	16
3.2. Η αβεβαιότητα κατά τη διακρίβωση και η αβεβαιότητα κατά τη χρήση ενός μετρητικού οργάνου	18
3.3. Το ιστορικό ενός μετρητικού οργάνου ή ενός προτύπου αναφοράς	20
3.4. Προδιαγραφές και συμμόρφωση με αυτές, μετρητικών οργάνων ή προτύπων	21
3.5. Η χρήση των πληροφοριών που παρέχει το πιστοποιητικό διακρίβωσης	23
3.6. Η σημασία της επικοινωνίας του “πελάτη” και του “παροχέα” της υπηρεσίας της διακρίβωσης	26
3.7. Μύθοι και πραγματικότητες	30
Παράρτημα Α- Ορολογία	33
Παράρτημα Β- Υποδείγματα πιστοποιητικών διακρίβωσης	43
Υπόδειγμα 1: Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Πολυμέτρου	
Υπόδειγμα 2: Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Αισθητηρίου Δύναμης	
Υπόδειγμα 3: Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Υδραργυρικού Θερμομέτρου	
Υπόδειγμα 4: Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Προτύπου Βάρους	
Υπόδειγμα 5: Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Ζυγού Πίεσης	
Βιβλιογραφία	74

Εισαγωγή

Τα πιστοποιητικά διακρίβωσης περιέχουν κρίσιμα στοιχεία για την ακεραιότητα και την αξιοπιστία των μετρητικών οργάνων ή προτύπων και την εγκυρότητα της διακρίβωσης. Αυτό ισχύει παρά το γεγονός ότι η ανάγκη διακρίβωσης των μετρητικών συσκευών αντιμετωπίζεται από πολλούς ως «αναγκαίο κακό» στην πορεία προς την ποιότητα. Είναι επίσης αληθές ότι, εταιρείες του παγκόσμιου βιομηχανικού ιστού δαπανούν μεγάλα ποσά για την περιοδική διακρίβωση του εξοπλισμού τους, ωστόσο υπάρχει σε πολλούς ο προβληματισμός του κατά πόσο τα ανταλλάγματα αυτής της επένδυσης είναι τα επιθυμητά. Συχνά, εκτός από κάποιες γρήγορες ματιές κατά τη διάρκεια επιθεωρήσεων των συστημάτων ποιότητας, τα πιστοποιητικά διακρίβωσης δεν απολαμβάνουν την απαιτούμενη προσοχή, μετά την παραλαβή τους. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι, αφενός η εσφαλμένη εντύπωση ότι όλα τα πιστοποιητικά μοιάζουν μεταξύ τους και αφετέρου η έλλειψη της γνώσης σχετικά με το τι πληροφορίες μπορεί κανείς να αντλήσει από αυτά και ποια η σημασία τους.

Με την Οδηγία αυτή επιχειρείται μια προσέγγιση της σημασίας των πιστοποιητικών διακρίβωσης και κατ' επέκταση της χρησιμότητας της υπηρεσίας αυτής, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται και επεξηγούνται όλα τα στοιχεία που απαρτίζουν τη μορφή και το περιεχόμενο ενός πιστοποιητικού διακρίβωσης, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO 17025: 2005 [1], που ως αντικείμενο έχει την ποιότητα των παρεχομένων υπηρεσιών εργαστηρίων ελέγχου και διακρίβωσης.

1. Γενικά

1.1. Ορισμός και σημασία της διακρίβωσης

Ως διακρίβωση (calibration) ορίζεται η σειρά των απαιτούμενων ενεργειών οι οποίες, υπό καθορισμένες συνθήκες, προσδιορίζουν τη σχέση ανάμεσα στις ενδείξεις τιμών ενός μετρητικού οργάνου ή μιας μετρητικής διάταξης ή μιας μετρολογικής ιδιότητας τεχνητού αντικειμένου και σε αυτές ενός προτύπου αναφοράς [2].

Μεταξύ των λόγων που καθιστούν τη διακρίβωση του μετρολογικού εξοπλισμού, μια υπηρεσία ωφέλιμη τόσο για τον άμεσο χρήστη του εξοπλισμού όσο και για τον τελικό αποδέκτη προϊόντων και υπηρεσιών είναι οι ακόλουθοι:

- τεκμηριώνει και εδραιώνει το βαθμό αξιοπιστίας των ενδείξεων των μετρητικών διατάξεων ή προτύπων,
- διασφαλίζει τη συνέπεια, τη συμβατότητα και τη συγκρισιμότητα των μετρήσεων που πραγματοποιούνται από άλλα παρόμοια ή διαφορετικά μετρητικά όργανα,
- διευκολύνει στην εξιχνίαση προβλημάτων κατά την παραγωγική διαδικασία,
- υποστηρίζει τη διατήρηση ή και την αύξηση της ποιότητας των προϊόντων, δια μέσου της στοχευόμενης επίτευξης ποιοτικών χαρακτηριστικών αυτών,
- μειώνει το κόστος παραγωγής, ως αποτέλεσμα της μείωσης του ποσοστού των αστοχιών ή και δια μέσου της εξοικονόμησης και βέλτιστης αξιοποίησης των πόρων (υλικά, ενέργεια κλπ),
- παίζει κεντρικό ρόλο στη συμμόρφωση προϊόντων με Διεθνείς Κανονιστικές Διατάξεις, στην κατεύθυνση της προστασίας και ασφάλειας του καταναλωτή.

Επί πλέον, η διακρίβωση αποτελεί μια βασική υποχρέωση των επιχειρήσεων που επιθυμούν να λάβουν πιστοποίηση της ποιότητας, σύμφωνα με τα πρότυπα της σειράς ISO 9000. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η παραπάνω υποχρέωση δεν μπορεί να εννοηθεί ως το μοναδικό κίνητρο για την αναζήτηση αυτής της υπηρεσίας, παρά, ότι έχει ενσωματωθεί στα συγκεκριμένα πρότυπα για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

1.2. Το πιστοποιητικό ως “φωτογραφικό στιγμιότυπο” της ιστορίας ενός μετρητικού οργάνου

Όταν πραγματοποιείται μια διακρίβωση, το πιστοποιητικό ή η αναφορά διακρίβωσης είναι το μοναδικό τελικό προϊόν και αποτελεί τη μόνη χειροπιαστή απόδειξη της υπηρεσίας που ο αγοραστής αντιστοιχίζει στη δαπάνη του.

Παρατηρώντας κανείς με προσοχή τα περιεχόμενα ενός πιστοποιητικού διακρίβωσης, το οποίο έχει συνταχθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις που ορίζουν τα ισχύοντα πρότυπα και παρουσιάζονται σε επόμενες παραγράφους, διαπιστώνει ότι συμπεριλαμβάνει πληροφορίες, που αποτελούν ένα σύνολο μετρολογικών χαρακτηριστικών -όχι απαραίτητα πλήρες- ενός μετρητικού οργάνου. Κατά συνέπεια, ο ενδιαφερόμενος χρήστης του συγκεκριμένου μετρητικού οργάνου, θα πρέπει να είναι σε θέση να “μεταφράζει” τις πληροφορίες αυτές στη δική του γλώσσα, έτσι ώστε να προσθέτει γνώση αναφορικά με την επίδοση / απόδοσή του και την ορθή χρήση του, στην κατεύθυνση της αυξημένης αξιοπιστίας και της ελαχιστοποίησης του ρίσκου λήψης εσφαλμένων αποφάσεων.

Η ανάγκη αυτή για την καταλληλότητα της χρήσης ενός μετρητικού οργάνου, κατά μια έννοια το συνοδεύει από την πρώτη στιγμή, τη φάση του σχεδιασμού και της προμήθειάς του, μέχρι το “θάνατό” του, που ισοδυναμεί με την καταστροφή ή την απόσυρσή του. Κατά τη φάση του σχεδιασμού και της προμήθειας, ο ενδιαφερόμενος αγοραστής έχει ως δεδομένα αφενός ένα σύνολο τεχνικών προδιαγραφών που συνιστούν τις ανάγκες του (π.χ. εύρος μετρήσεων, ακρίβεια ή ανοχές μετρήσεων, περιβαλλοντικές συνθήκες λειτουργίας του εξοπλισμού, λοιπές τεχνικές προδιαγραφές) και αφετέρου ένα σύνολο επιλογών, μετρητικών οργάνων με δεδομένα τεχνικά χαρακτηριστικά, που προσφέρονται από διάφορους κατασκευαστές. Συνεπώς σ’ αυτήν την πρωταρχική φάση, ο κατασκευαστής είναι η μοναδική πηγή πληροφοριών, μέσω των φυλλαδίων, προσπέκτους κλπ που περιέχουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά (specification) του εξοπλισμού που διαθέτουν. Είναι γεγονός, ότι παρά την εμπιστοσύνη που μπορεί να έχει κερδίσει ένα προϊόν ενός αξιόπιστου κατασκευαστή στην αγορά εν γένει, τα τεχνικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται στα φυλλάδια του κατασκευαστή, δίνουν πληροφορίες για την εκτιμώμενη επίδοση ενός τυχαίου μετρητικού οργάνου της σειράς παραγωγής. Δεν είναι δηλαδή πληροφορίες που αφορούν στο συγκεκριμένο μετρητικό όργανο που παραλαμβάνεται. Επιπλέον, κανείς δε θα ήταν σε θέση να προβλέψει το κατά πόσο το μετρητικό όργανο δύναται να διατηρήσει μέσα στο χρόνο αυτά τα χαρακτηριστικά, καθόσον είναι γνωστό ότι αυτά επηρεάζονται από τη συχνότητα, τον τρόπο και τις συνθήκες χρήσης αυτού.

Τονίζεται λοιπόν ότι:

Η διακρίβωση ενός μετρητικού οργάνου, είναι η μόνη διαδικασία που παρέχει πληροφορίες επίδοσης αυτού και μάλιστα, όπως προκύπτει και από τον ορισμό της, οι πληροφορίες αυτές είναι έγκυρες μόνο κατά τη χρονική στιγμή του ελέγχου και μόνο υπό καθορισμένες συνθήκες, αυτές δηλαδή που ίσχυαν κατά τη διάρκειά της.

Στο σημείο αυτό προκύπτουν τρία καίρια ερωτήματα:

- 1) πόσο ενδελεχής και λεπτομερής θα πρέπει να είναι η διακρίβωση, με άλλα λόγια, το εξαγόμενο της διακρίβωσης θα είναι μόνο οι αποκλίσεις του οργάνου σε ένα η περισσότερα σημεία του εύρους μέτρησης ή πρόκειται από τη διαδικασία να εξαχθούν και άλλα κρίσιμα μετρολογικά χαρακτηριστικά?
- 2) πόσο “πυκνοί” θα πρέπει να είναι οι έλεγχοι αυτοί, με άλλα λόγια ποια θα πρέπει να είναι τα διαστήματα επαναδιακρίβωσης?
- 3) με πόση λεπτομέρεια θα πρέπει να παρουσιάζονται οι πληροφορίες που προκύπτουν από μια διαδικασία διακρίβωσης στο πιστοποιητικό διακρίβωσης?

Όπως προκύπτει συνεπώς από τα παραπάνω, η διακρίβωση προσομοιάζει με τη λήψη ενός “φωτογραφικού στιγμιότυπου” στο “μη ορατό φάσμα”, από τη ζωή ενός μετρητικού οργάνου, η δε “ανάλυση και η ποιότητα της λήψης” και η “ανάλυση της εκτύπωσης” αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους για την ευκρίνεια και την αξιοπιστία της “εικόνας”.

Τονίζεται ότι απόλυτες απαντήσεις δεν μπορούν να δοθούν στα παραπάνω ερωτήματα. Αυτό που είναι δυνατό, είναι η ολοένα καλύτερη κατανόηση του προβλήματος της αξιοπιστίας και η εφαρμογή διαδικασιών με στόχο την ελαχιστοποίηση της απροσδιοριστίας / αβεβαιότητας, με αντίστοιχο όφελος (οικονομικό, κοινωνικό) που να δικαιολογεί την επένδυση στην υπηρεσία της διακρίβωσης.

1.3. Η έννοια της ιχνηλασιμότητας των μετρήσεων – Το Εθνικό Μετρολογικό Σύστημα

Ως ιχνηλασιμότητα (traceability) ορίζεται η ιδιότητα του αποτελέσματος μιας μέτρησης μέσω της οποίας, το αποτέλεσμα μπορεί να συσχετισθεί / συγκριθεί με τη

μονάδα της μέτρησης στο σύστημα SI, διαμέσου μιας αδιάσπαστης αλυσίδας συγκρίσεων, με δηλωμένη την αβεβαιότητα της κάθε σύγκρισης [2].

Η ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων που εκτελεί ένα εργαστήριο διακριβώσεων, αποτελεί μια βασική απαίτηση του προτύπου ISO 17025, για την απόδειξη της τεχνικής επάρκειας του εργαστηρίου. Ως σκεπτικό στηρίζεται στην ανάγκη, μέσω συμβατικών παραδοχών, της επικοινωνίας, κατανόησης και αποδοχής των αποτελεσμάτων μετρήσεων που πραγματοποιούνται από διαφορετικούς χρήστες σε διάφορους χρόνους παντού σε όλο τον κόσμο. Η ίδια η έννοια της μονάδας μέτρησης φυσικών μεγεθών, εμπεριέχει αυτήν την ανάγκη και έχει ιστορικά κάνει την εμφάνισή της από την αρχαιότητα.

Η ιχνηλασιμότητα μιας μέτρησης αποτελεί τον πυρήνα της αξίας χρήσης της πληροφορίας που αντλείται από τη μέτρηση.

Στην ιεραρχική αυτή πυραμίδα των αλληλοσυγκρίσεων, από την κορυφή προς τη βάση συναντούμε Πρωτεύοντα Πρότυπα που υλοποιούν τις μονάδες μετρήσεων, Πρότυπα Αναφοράς, Πρότυπα Εργασίας μέχρι το μετρολογικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία και τις υπηρεσίες. Περισσότερα, για τους ορισμούς αυτών αλλά και άλλων σχετικών εννοιών, παρατίθενται στο Παράρτημα Α-Ορολογία.

Είναι προφανές ότι, ακόμη και στο υψηλότερο επίπεδο αξιοπιστίας, αυτό ενός Πρωτεύοντος Προτύπου, παρά την τεχνολογική υπεροχή των μερών του εξοπλισμού αλλά και το εξειδικευμένο τεχνικό και επιστημονικό έργο που ενσωματώνεται στη λειτουργία του, είναι αδύνατη η υλοποίηση μιας μετρήσιμης ποσότητας (στην περίπτωση αυτή μιας μονάδας μέτρησης) με μηδενική απροσδιοριστία. Επιπρόσθετα, από στάδιο σε στάδιο αλληλοσύγκρισης καθώς κατερχόμαστε την πυραμίδα, και λόγω του γεγονότος ότι υπεισέρχονται ολοένα και περισσότερες πηγές σφαλμάτων (συνθήκες, ενδιάμεσος εξοπλισμός, χειριστές, μέθοδοι και διαδικασίες κλπ), η απροσδιοριστία της κάθε φορά μετρούμενης ποσότητας αυξάνεται.

Όλες οι διακριβώσεις που πραγματοποιούνται στα διάφορα στάδια, υποστηρίζονται από ένα πλέγμα υποδομών, που αποτελούν το Εθνικό Μετρολογικό Σύστημα της κάθε χώρας. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει Οργανισμούς Τυποποίησης, Φορείς Διαπίστευσης, Εθνικά Μετρολογικά Ινστιτούτα (Nmi's) με εργαστηριακές υποδομές, ιδιωτικά εργαστήρια διακρίβωσης και τέλος υπηρεσίες με

θεματικό πεδίο αυτό της Νομικής Μετρολογίας. Επιπλέον υπάρχει ένα πλέγμα Διεθνών Οργανισμών (BIPM, CIPM, CEN, CITAC, OIML, ISO), μη κρατικών οργανώσεων, ενώσεων (EUROLab, EURAchem) και συνεργασιών (ILAC, EA, EUROMET), που προωθούν τη συνεργασία και την αμοιβαία αναγνώριση (MLA, MRA).

Στο Σχήμα 1. όπου παρουσιάζεται το Ελληνικό Μετρολογικό Σύστημα και η σύνδεσή του με το Διεθνές Μετρολογικό Σύστημα, φαίνεται ο χαρακτήρας των εργαστηρίων διακρίβωσης ως κρίκου αυτής της αλυσίδας. Τα Πιστοποιητικά Διακρίβωσης που εκδίδονται από τα εργαστήρια θα πρέπει κατά συνέπεια να παρέχουν όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες που αποδεικνύουν ότι η αλυσίδα είναι αδιάσπαστη.

Στη συνέχεια αναφέρονται, από παραγράφους του Προτύπου ISO 17025, οι ειδικές απαιτήσεις προκειμένου τα εργαστήρια να είναι σε θέση να αποδεικνύουν την ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων που πραγματοποιούν:

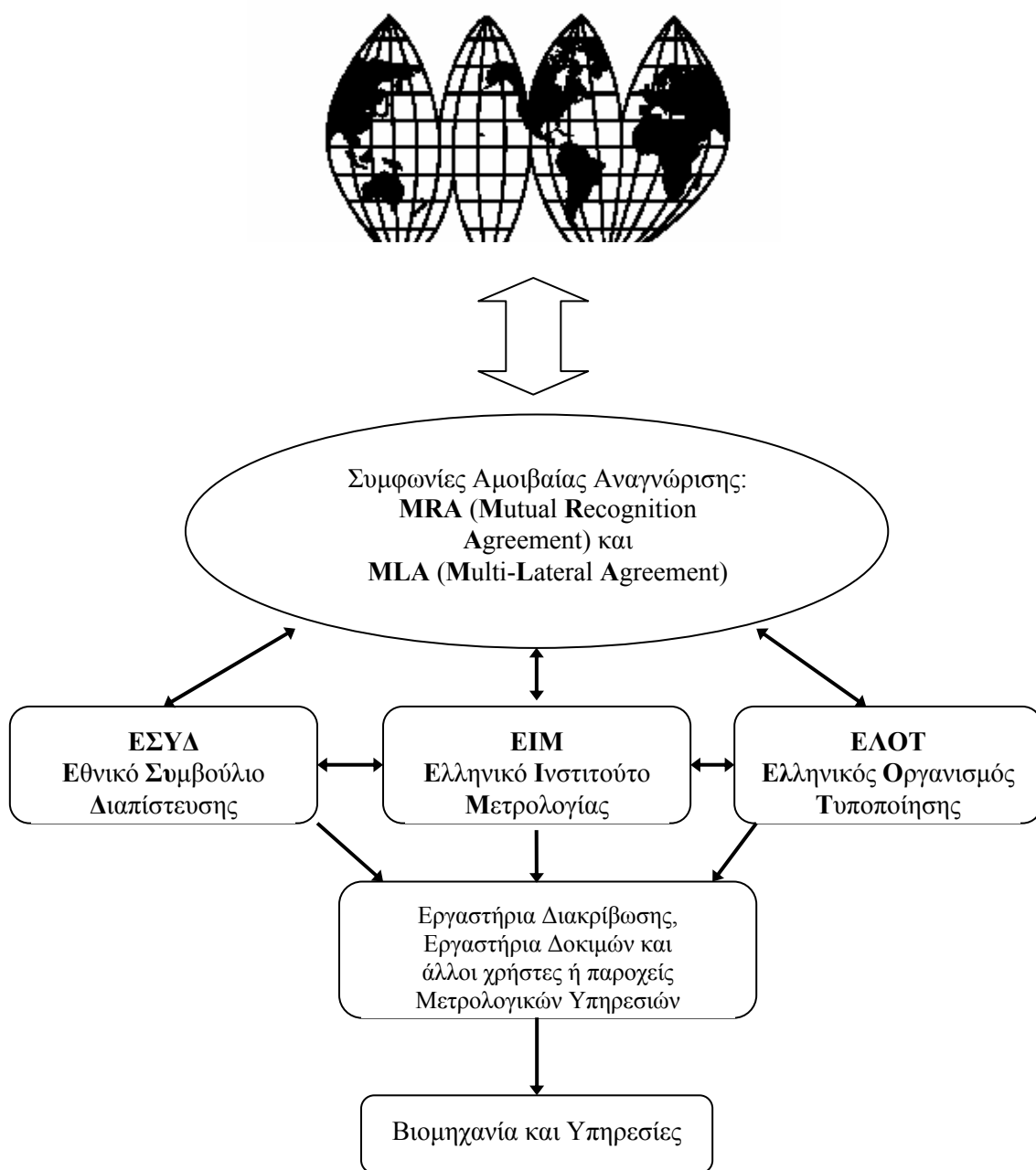
- Τα εργαστήρια διακρίβωσης θα πρέπει να σχεδιάζουν και να εφαρμόζουν πρόγραμμα διακρίβωσης του εξοπλισμού τους.
- Η σύνδεση στις μονάδες SI μπορεί να επιτευχθεί με αναφορά σε Εθνικά Πρότυπα μέτρησης. Τα Εθνικά Πρότυπα μπορεί να είναι πρωτεύοντα πρότυπα, τα οποία είναι πρωτογενείς υλοποιήσεις των μονάδων του SI ή συμφωνημένες απεικονίσεις αυτών με βάση θεμελιώσεις φυσικές σταθερές ή μπορεί να είναι δευτερεύοντα πρότυπα, τα οποία είναι πρότυπα που διακριβώνονται από ένα άλλο εθνικό ινστιτούτο μετρολογίας.
- Όταν χρησιμοποιούνται εξωτερικές υπηρεσίες διακρίβωσης, η ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων πρέπει να διασφαλίζεται με τη χρήση υπηρεσιών διακρίβωσης από εργαστήρια τα οποία μπορεί να αποδείξουν ικανότητα, δυνατότητα μέτρησης και ιχνηλασιμότητα. Τα πιστοποιητικά διακριβώσεων που χορηγούνται από τα εργαστήρια αυτά πρέπει να περιέχουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων, συμπεριλαμβανομένης της αβεβαιότητας των μετρήσεων ή /και δήλωση συμμόρφωσης με μια καθορισμένη μετρολογική προδιαγραφή.
- Ο όρος “καθορισμένη μετρολογική προδιαγραφή” σημαίνει ότι πρέπει να είναι σαφές από το πιστοποιητικό διακρίβωσης, με ποια προδιαγραφή

έχουν συγκριθεί οι μετρήσεις, συμπεριλαμβάνοντας την προδιαγραφή ή παραθέτοντας μονοσήμαντη αναφορά σε αυτήν.

- Ένα πιστοποιητικό διακρίβωσης που φέρει το λογότυπο ενός φορέα διαπίστευσης, εκδοθέν από εργαστήριο διακρίβωσης, διαπιστευμένο για την υπόψη διακρίβωση, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 17025, αποτελεί επαρκή απόδειξη της ιχνηλασιμότητας των δεδομένων διακρίβωσης που αναφέρονται σε αυτό το πιστοποιητικό.
- Εργαστήρια διακρίβωσης που τηρούν δικά τους πρωτεύοντα πρότυπα ή απεικονίσεις μονάδων SI με βάση θεμελιώδεις σταθερές, μπορούν να ισχυρισθούν ιχνηλασιμότητα ως προς το σύστημα SI, μόνο μετά από σύγκριση, άμεση ή έμμεση, των προτύπων αυτών με άλλα όμοια πρότυπα ενός εθνικού μετρολογικού ινστιτούτου.
- Όταν χρησιμοποιούνται οι όροι “διεθνές πρότυπο” και “εθνικό πρότυπο” σε σχέση με ιχνηλασιμότητα, θεωρείται δεδομένο ότι τα πρότυπα αυτά ικανοποιούν τις ιδιότητες πρωτευόντων προτύπων για την υλοποίηση των μονάδων SI.
- Η ιχνηλασιμότητα σε εθνικά πρότυπα μέτρησης δεν απαιτεί απαραίτητα τη χρησιμοποίηση του εθνικού ινστιτούτου μετρολογίας της χώρας στην οποία είναι εγκατεστημένο το εργαστήριο.
- Εάν ένα εργαστήριο διακρίβωσης επιθυμεί ή χρειάζεται να λάβει ιχνηλασιμότητα από ένα εθνικό ινστιτούτο μετρολογίας διαφορετικό από εκείνο της χώρας του, το εργαστήριο αυτό θα πρέπει να επιλέξει ένα εθνικό ινστιτούτο μετρολογίας το οποίο συμμετέχει ενεργά στις δραστηριότητες του BIPM, είτε άμεσα είτε μέσω περιφερειακών ομάδων.
- Σε περιπτώσεις που επί του παρόντος είναι αδύνατη η διασύνδεση των μετρήσεων αυστηρά σε μονάδες SI, η διακρίβωση πρέπει να παρέχει εμπιστοσύνη στις μετρήσεις, με την καθιέρωση ιχνηλασιμότητας ως προς κατάλληλα πρότυπα μέτρησης όπως: α) τη χρήση πιστοποιημένων υλικών αναφοράς, που παρέχονται από ικανό προμηθευτή, ώστε να δοθεί ένας αξιόπιστος φυσικός ή χημικός χαρακτηρισμός του υλικού και β) τη χρήση καθορισμένων μεθόδων ή/και συναινετικών προτύπων, τα οποία περιγράφονται σαφώς και συμφωνούνται από όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Όπου είναι δυνατό απαιτείται η συμμετοχή σε κατάλληλο πρόγραμμα διεργαστηριακών συγκρίσεων.

- Πρέπει να διεξάγονται μεταξύ διαδοχικών διακριβώσεων προτύπων αναφοράς, εργασίας, μεταφοράς και προτύπων υλικών αναφοράς, ενδιάμεσοι έλεγχοι, σύμφωνα με καθορισμένες διαδικασίες και προγράμματα, που χρειάζονται για να διατηρηθεί η εμπιστοσύνη σε αυτά.



Σχήμα 1. Το Εθνικό Μετρολογικό Σύστημα της Ελλάδας και η σύνδεσή του με το Διεθνές Μετρολογικό σύστημα

1.4. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης – Πιστοποιητικά Επαλήθευσης – Πιστοποιητικά Συμμόρφωσης

Στην αγορά των μετρολογικών υπηρεσιών που παρέχονται από κατασκευαστές μετρολογικού εξοπλισμού, ιδιωτικά εργαστήρια διακριβώσεων και εθνικά μετρολογικά ινστιτούτα, συναντάει κανείς μια πληθώρα από διαφορετικά ήδη και μορφές πιστοποιητικών. Η φαινομενική ομοιότητα λόγω της ονομασίας του τίτλου τους μπορεί να οδηγήσει σε παρερμηνείες ή εσφαλμένες εντυπώσεις. Για το λόγο αυτό θα πρέπει ο ενδιαφερόμενος, πριν ακόμα διατυπώσει και αποστείλει ένα αίτημα διακρίβωσης σε κάποιο εργαστήριο, να έχει πλήρως ξεκαθαρίσει τόσο τις δικές του ανάγκες όσο και το σε τι ακριβώς αντιστοιχεί η προσφερόμενη από το εργαστήριο υπηρεσία. Για παράδειγμα, πολλές παρερμηνείες έχουν προκύψει εξαιτίας της εσφαλμένης χρήσης των όρων «Πιστοποιητικό Διακρίβωσης» (Certificate of Calibration), «Πιστοποιητικό Επαλήθευσης» (Certificate of Verification) και «Πιστοποιητικό Συμμόρφωσης» (Certificate of Conformance).

Η αδιάκριτη ή εσφαλμένη χρήση αυτών των όρων στο παρελθόν δεν έχει προκύψει τυχαία. Τα αίτια αυτής της σύγχυσης βασίζονται στο γεγονός ότι, ενώ ο ορισμός της διακρίβωσης εμπεριέχεται με συνέπεια σε όλα τα σχετικά πρότυπα, συμπεριλαμβανομένου και του ISO *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM)* [2], ο ορισμός της επαλήθευσης απουσιάζει τόσο από το VIM όσο και από το ISO/IEC 17025, που είναι σε ισχύ και ευρέως αποδεκτά από τη διεθνή μετρολογική κοινότητα. Ο ορισμός της επαλήθευσης περιέχεται σε παλαιότερα πρότυπα, όπως το διεθνές πρότυπο ISO/IEC Guide 25 και το αμερικανικό εθνικό πρότυπο ANSI/NCSL-Z540. Στο τελευταίο ο ορισμός της επαλήθευσης αναφέρεται ως εξής:

«επαλήθευση είναι η διακρίβωση με ταυτόχρονη εκτίμηση της συμμόρφωσης ενός μετρητικού οργάνου ως προς μια προδιαγραφή»

Όπως θα φανεί και στη συνέχεια, η επαλήθευση ως ενέργεια προβλέπεται από το ISO 17025 ή με άλλα λόγια το πρότυπο επιτρέπει στα εργαστήρια διακρίβωσης να συμπεριλαμβάνουν στα πιστοποιητικά διακρίβωσης προτάσεις περί της συμμόρφωσης ή όχι με προδιαγραφές, χωρίς ωστόσο να δίδεται ένας ξεχωριστός

ορισμός για το είδος αυτού του τύπου ελέγχου και την ονομασία των σχετικών πιστοποιητικών.

Σήμερα οι όροι επαλήθευση και συμμόρφωση και οι συνεπαγόμενοι «Πιστοποιητικό Επαλήθευσης» και «Πιστοποιητικό ή Δήλωση Συμμόρφωσης», συναντώνται ευρέως στο πεδίο της Νομικής ή Νόμιμης Μετρολογίας, η οποία πραγματεύεται τη συμμόρφωση προϊόντων και υπηρεσιών με Διεθνείς ή Εθνικές προδιαγραφές και κανονιστικά πλαίσια. Ως (αρχική) επαλήθευση (initial verification), ορίζεται το σύνολο των μετρολογικών ελέγχων (μετρήσεις και εκτίμηση της συμμόρφωσης) που πραγματοποιούνται σε μετρητικά όργανα που πρόκειται να τοποθετηθούν στην αγορά, υπόκεινται σε Διεθνείς ή Εθνικές Νομικές Διατάξεις και Οδηγίες που στοχεύουν στην προστασία του καταναλωτή και διενεργούνται από Εξουσιοδοτημένους / Κοινοποιημένους Φορείς, οι οποίοι διαθέτουν την κατά τεκμήριο απαιτούμενη τεχνική επάρκεια και ανεξαρτησία. Τέλος ο όρος συμμόρφωση συναντάται πλέον σε πιστοποιητικά που φέρουν τον τίτλο «Δήλωση Συμμόρφωσης» και είναι έγγραφα που εκδίδει ο κατασκευαστής στα πλαίσια της ίδιας νομικής απαίτησης και διαδικασίας που περιγράφηκε παραπάνω, αναφέρεται σε συγκεκριμένο μετρητικό όργανο ή σε ταυτοποιημένη ομάδα ή σειρά παραγωγής μετρητικών οργάνων και συμπυκνώνει την ανάληψη της νομικής του ευθύνης έναντι τρίτων (τόσο του κράτους όσο και του πελάτη).

Σχηματικά λοιπόν, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι, το εξαγόμενο από μια διαδικασία διακρίβωσης και αναφερόμενο σε ένα πιστοποιητικό διακρίβωσης αποτέλεσμα σε απλοποιημένη μορφή έχει ως εξής:

$$\begin{aligned} \text{Ονομαστική Τιμή (ή Τιμή αναφοράς)} &= 1,30 \text{ V}, \text{ Ένδειξη του οργάνου} = 1,26 \text{ V}, \\ \text{Απόκλιση (ή Διόρθωση)} &= -0,04 \text{ V (ή } 0,04 \text{ V)}, \text{ Αβεβαιότητα διακρίβωσης} = 0,01 \text{ V} \end{aligned}$$

Αντίστοιχα σε ένα πιστοποιητικό επαλήθευσης, παρότι το εργαστήριο που πραγματοποιεί τις μετρήσεις οφείλει να φυλάσσει σε αρχείο όλα τα δεδομένα των μετρήσεων, συμπεριλαμβανομένης της εκτίμησης της αβεβαιότητας και ταυτόχρονα να εφαρμόζει όλες τις διαδικασίες που διασφαλίζουν την ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων, μια αναφορά ελέγχου σε απλοποιημένη μορφή θα ήταν ως εξής:

$$\begin{aligned} \text{Απόκλιση} &= -0,04 \text{ V}, \text{ Προδιαγραφή (ή Μέγιστο Επιτρεπόμενο Σφάλμα)} = 0,03 \text{ V}, \\ \text{Αποτέλεσμα} &= \text{“Απορρίπτεται”} \end{aligned}$$

Περισσότερες πληροφορίες αναφορικά με τις δύο αυτές, παρόμοιες σε αποτελέσματα και σκοπούς, διαδικασίες, της διακρίβωσης και της επαλήθευσης, περιέχονται στην αναφορά [3].

2. Μορφή και περιεχόμενα ενός πιστοποιητικού διακρίβωσης

Στις παρακάτω παραγράφους 2.1. και 2.2. παρουσιάζονται οι απαιτήσεις για τη μορφή και το περιεχόμενο των πιστοποιητικών διακρίβωσης, όπως αυτές αναφέρονται στο Διεθνές Πρότυπο ISO 17025: 2005.

2.1. Βασικές απαιτήσεις για τη μορφή και το περιεχόμενο πιστοποιητικών

Τα αποτελέσματα κάθε διακρίβωσης ή σειράς διακριβώσεων που εκτελούνται από τα εργαστήρια, πρέπει να παρουσιάζονται με σαφήνεια, χωρίς αμφιβολίες, με αντικειμενικότητα και σύμφωνα με οποιεσδήποτε ειδικές οδηγίες των μεθόδων διακρίβωσης. Τα πιστοποιητικά που περιέχουν αποτελέσματα διακρίβωσης, πρέπει επιπλέον να περιλαμβάνουν όλες τις πληροφορίες που απαιτούνται από τον πελάτη και που είναι απαραίτητες για την ερμηνεία τους καθώς επίσης και όλες τις πληροφορίες που απαιτούνται από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται.

Σε περιπτώσεις διακριβώσεων που εκτελούνται για εσωτερικούς πελάτες ή σε περιπτώσεις γραπτής συμφωνίας με τον πελάτη, τα αποτελέσματα είναι δυνατό να εκτίθενται με απλοποιημένο τρόπο. Οποιοσδήποτε από τις αναγκαίες πληροφορίες που παρουσιάζονται παρακάτω δεν εκτίθενται στον πελάτη, δια μέσου του πιστοποιητικού διακρίβωσης, θα πρέπει να είναι διαθέσιμες ανά πάσα στιγμή στο εργαστήριο που διεξήγαγε τις διακριβώσεις και εύκολα προσβάσιμες από τον πελάτη.

Κάθε πιστοποιητικό διακρίβωσης πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο τις παρακάτω πληροφορίες:

- α) τον τίτλο “Πιστοποιητικό Διακρίβωσης”
- β) το όνομα και τη διεύθυνση του εργαστηρίου και τον τόπο όπου εκτελέστηκαν οι διακριβώσεις, εάν αυτός διαφέρει από τη διεύθυνση του εργαστηρίου,
- γ) μοναδική απόδοση ταυτότητας στο πιστοποιητικό διακρίβωσης (πχ ο αριθμός σειράς της έκδοσης) και σε κάθε σελίδα ένα στοιχείο αναγνώρισης,

προκειμένου να διασφαλίζεται ότι η σελίδα αναγνωρίζεται ως μέρος του πιστοποιητικού διακρίβωσης, καθώς και σαφή προσδιορισμό του τέλους του πιστοποιητικού,

- δ) το όνομα και τη διεύθυνση του πελάτη,
- ε) τον προσδιορισμό της ταυτότητας της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε,
- στ) την περιγραφή, την κατάσταση και σαφή προσδιορισμό της ταυτότητας του αντικειμένου που διακριβώθηκε,
- ζ) την ημερομηνία παραλαβής του αντικειμένου της διακρίβωσης όπου αυτό είναι κρίσιμο για την εγκυρότητα και την εφαρμογή των αποτελεσμάτων, καθώς και την ημερομηνία εκτέλεσης της διακρίβωσης,
- η) (αναφορά στο σχέδιο και στις διαδικασίες δειγματοληψίας που χρησιμοποιήθηκαν από το εργαστήριο ή από άλλους φορείς, όπου αυτά είναι σχετικά με την εγκυρότητα ή την εφαρμογή των αποτελεσμάτων),
- θ) τα αποτελέσματα των διακριβώσεων και όπου ενδείκνυται, τις μονάδες μέτρησης,
- ι) το(-α) όνομα(-τα), την(-ις) ιδιότητα(-ες) και την (-ις) υπογραφή(ές) ή ισοδύναμη αναγνώριση της ταυτότητας του(-ων) προσώπου(-ων) που εξουσιοδοτούν τη χορήγηση του πιστοποιητικού διακρίβωσης,
- ια) όπου είναι σχετικό, μια δήλωση ότι τα αποτελέσματα σχετίζονται μόνο με τα αντικείμενα που διακριβώθηκαν,
- ιβ) τις συνθήκες (π.χ. περιβαλλοντικές), κάτω από τις οποίες έγιναν οι διακριβώσεις, οι οποίες επηρεάζουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων,
- ιγ) την αβεβαιότητα της μέτρησης(*) ή/και δήλωση συμμόρφωσης με καθορισμένη μετρολογική προδιαγραφή ή με προτάσεις/κεφάλαια αυτής,
- ιδ) απόδειξη ότι οι μετρήσεις είναι ιχνηλάσιμες,
- ιε) για πιστοποιητικά διακρίβωσης εντός του πεδίου διαπίστευσης του εργαστηρίου, τον αριθμό διαπίστευσης και τα διακριτικά στοιχεία (λογότυπο) του φορέα που παρέχει τη διαπίστευση,
- ιστ) μια πρόταση ότι το πιστοποιητικό απαγορεύεται να αναπαράγεται παρά μόνο ολοκληρωμένο και μετά από έγγραφη εξουσιοδότηση του εργαστηρίου που το εκδίδει,

ιζ) τη σφραγίδα του εργαστηρίου.

(*) Μαζί με την αναγραφή της αβεβαιότητας στα πιστοποιητικά διακρίβωσης ενδείκνυται και μια δήλωση για το επίπεδο εμπιστοσύνης στο οποίο αντιστοιχεί η έκφρασή της. Ενδεικτικά αναφέρεται η διατύπωση που χρησιμοποιεί το EIM:

«Η αβεβαιότητα που αναφέρεται είναι το γινόμενο της συνδυασμένης τυπικής αβεβαιότητας (u) με τον συντελεστή κάλυψης $k = 2$ (διευρυμένη αβεβαιότητα) και προσδιορίστηκε σύμφωνα με το έντυπο «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements» (ISO 1995). Γενικώς, η τιμή της μετρούμενης ποσότητας περιέχεται στο προσδιοριζόμενο εύρος με πιθανότητα 95% περίπου. Η εκτίμηση της αναφερόμενης αβεβαιότητας δεν εμπεριέχει ενδεχόμενες μακροπρόθεσμες μεταβολές. Οι συμμεταβλητότητες γενικώς δεν λαμβάνονται υπόψη».

Το πιστοποιητικό διακρίβωσης πρέπει να σχετίζεται μόνο με μετρήσιμες ποσότητες (μεγέθη) και με τα αποτελέσματα δοκιμών λειτουργίας. Εάν γίνεται δήλωση συμμόρφωσης ως προς μια προδιαγραφή, αυτή πρέπει να προσδιορίζει ποιες προτάσεις/κεφάλαια της προδιαγραφής ικανοποιούνται και ποια όχι.

Όταν γίνεται δήλωση συμμόρφωσης ως προς μια προδιαγραφή, παραλείποντας τα αποτελέσματα των μετρήσεων και τις συνδεόμενες αβεβαιότητες, το εργαστήριο πρέπει να καταγράφει σε αρχείο τα αποτελέσματα αυτά και να τα διατηρεί για πιθανή μελλοντική αναφορά.

Όταν γίνονται δηλώσεις συμμόρφωσης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αβεβαιότητα των μετρήσεων.

Όταν ένα όργανο προς διακρίβωση επισκευάζεται ή ρυθμίζεται, πρέπει να αναφέρονται, εάν είναι διαθέσιμα, τα αποτελέσματα διακρίβωσης πριν και μετά τη ρύθμιση ή την επισκευή.

Τα πιστοποιητικά διακρίβωσης (ή οι ετικέτες διακρίβωσης) δεν πρέπει να περιέχουν οποιαδήποτε σύσταση για το διάστημα επαναδιακρίβωσης, εκτός όπου αυτό έχει συμφωνηθεί με τον πελάτη. Η απαίτηση αυτή μπορεί να υπερκαλύπτεται από νομικούς κανονισμούς.

2.2. Άλλες απαιτήσεις

Γνώμες και ερμηνείες:

Όταν συμπεριλαμβάνονται γνώμες και ερμηνείες, το εργαστήριο πρέπει να τεκμηριώνει τη βάση πάνω στην οποία έχουν διατυπωθεί αυτές. Οι γνώμες και οι ερμηνείες πρέπει να επισημαίνονται με σαφήνεια ως τέτοιες.

Οι γνώμες και οι ερμηνείες δε θα πρέπει να συγχέονται με ελέγχους και πιστοποιήσεις προϊόντων, όπως αυτά παρατίθενται στο ISO/IEC 17020 και στον Οδηγό ISO/IEC 65.

Οι γνώμες και οι ερμηνείες που συμπεριλαμβάνονται σε πιστοποιητικά, μπορεί να περιλαμβάνουν χωρίς να περιορίζονται σε αυτά, τα παρακάτω:

- γνώμη για τη δήλωση συμμόρφωσης / μη συμμόρφωσης των αποτελεσμάτων, ως προς τις απαιτήσεις,
- εκπλήρωση συμβατικών απαιτήσεων,
- σύσταση για το πώς να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα,
- καθοδήγηση που θα χρησιμοποιηθεί για βελτιώσεις.

Σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να ενδείκνυται να γνωστοποιούνται οι γνώμες και οι ερμηνείες με άμεσο διάλογο με τον πελάτη. Ένας τέτοιος διάλογος θα πρέπει να καταγράφεται.

Αποτελέσματα διακρίβωσης που λαμβάνονται από υπεργολάβους:

Όταν μια διακρίβωση έχει δοθεί ως υπεργολαβία, το εργαστήριο που εκτελεί την εργασία πρέπει να χορηγεί το πιστοποιητικό διακρίβωσης στο εργαστήριο που δίνει την υπεργολαβία.

Ηλεκτρονική μετάδοση των αποτελεσμάτων:

Σε περίπτωση μετάδοσης των αποτελεσμάτων διακρίβωσης με τηλέφωνο, τэлеξ, τηλεομοιότυπο ή άλλα ηλεκτρονικά ή ηλεκτρομαγνητικά μέσα, πρέπει να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις ακεραιότητας, αξιοπιστίας και εμπιστευτικότητας.

Μορφή των πιστοποιητικών:

Η μορφή πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να περιλαμβάνει κάθε τύπο διακρίβωσης που εκτελείται και να ελαχιστοποιεί την πιθανότητα παρανόησης ή κακής χρήσης.

Θα πρέπει να δίνεται προσοχή στη διάρθρωση του πιστοποιητικού, ιδιαίτερα όσον αφορά την παρουσίαση των δεδομένων της διακρίβωσης και την ευκολία κατανόησης από τον αναγνώστη.

Οι επικεφαλίδες θα πρέπει κατά το δυνατόν να τυποποιούνται.

Τροποποιήσεις σε πιστοποιητικά διακρίβωσης:

Τροποποίηση στο περιεχόμενο ενός πιστοποιητικού μετά τη χορήγησή του, πρέπει να γίνεται μόνο με τη μορφή ενός περαιτέρω εγγράφου ή μιας μεταφοράς δεδομένων, που να περιλαμβάνει τη δήλωση:

«Συμπλήρωμα στο Πιστοποιητικό Διακρίβωσης»,αριθμός σειράς (ή άλλος τρόπος προσδιορισμού)

ή μια ισοδύναμη διατύπωση.

Οι τροποποιήσεις πρέπει επίσης να ικανοποιούν όλες τις παραπάνω προαναφερθείσες απαιτήσεις.

Όταν είναι απαραίτητο να χορηγηθεί ένα εντελώς νέο πιστοποιητικό διακρίβωσης, αυτό πρέπει να προσδιορίζεται μονοσήμαντα και πρέπει να περιέχει αναφορά στο αρχικό το οποίο αντικαθιστά.

2.3. Η αναγραφή τιμών και μονάδων μέτρησης μεγεθών σε πιστοποιητικά διακρίβωσης

Ένα ακόμη στοιχείο που αντανάκλα την ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας της διακρίβωσης, είναι ο τρόπος παρουσίασης των αριθμητικών τιμών των αποτελεσμάτων, αναφορικά με τις στρογγυλοποιήσεις και την έκφραση ικανού αριθμού σημαντικών ψηφίων.

Γενικά, ένα αριθμητικό ψηφίο στο αποτέλεσμα μιας πειραματικής μέτρησης θεωρείται σημαντικό όταν υπάρχει ένας αρκετά μεγάλος βαθμός εμπιστοσύνης σε αυτό. Σε αποτελέσματα που δεν είναι ακέραιοι, το αριστερότερο μη-μηδενικό ψηφίο θεωρείται το πλέον σημαντικό ενώ το τελευταίο ψηφίο το ελάχιστο σημαντικό. Είναι προφανές ότι ο βαθμός εμπιστοσύνης πηγάζει από την πειραματική διαδικασία που έχει ακολουθηθεί και ειδικότερα από το μέγεθος της μετρητικής αβεβαιότητας που συνοδεύει την μέτρηση.

Δεδομένου ότι η αβεβαιότητα συνήθως είναι ένα μικρό ποσοστό του αποτελέσματος, μπορεί να στρογγυλοποιηθεί βάσει του κανόνα:

Η αναφερόμενη τιμή της αβεβαιότητας μπορεί να εμπεριέχει ένα ή σε περιπτώσεις μετρήσεων μεγάλης ακρίβειας το πολύ δύο σημαντικά ψηφία.

Στον παραπάνω κανόνα υπάρχει μία σημαντική εξαίρεση όταν το πλέον σημαντικό ψηφίο είναι μονάδα. Τότε είναι σχεδόν υποχρεωτικό να χρησιμοποιηθεί και δεύτερο σημαντικό ψηφίο.

Η στρογγυλοποίηση του αποτελέσματος της μέτρησης γίνεται βάσει του κανόνα:

Το τελευταίο σημαντικό ψηφίο συνήθως είναι της ίδιας τάξης μεγέθους, δηλ. εμφανίζεται στην ίδια δεκαδική θέση, με την αβεβαιότητα.

Τέλος ως μηδενικός κανόνας μπορεί να θεωρηθεί ότι το εκφραζόμενο τελικό αποτέλεσμα δεν είναι λογικό να περιέχει περισσότερα σημαντικά ψηφία από αυτά που δικαιολογούνται από την διακριτική ικανότητα του οργάνου μέτρησης. [4]

Όσον αφορά σε κανόνες αναγραφής μονάδων μέτρησης βασικών και παραγώγων μεγεθών του SI, πολλαπλασίων και υποπολλαπλασίων αυτών, ένας χρήσιμος οδηγός είναι η έκδοση του ΕΛΟΤ “ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ” του 1999 [5]. Σε περιπτώσεις μετατροπής σε μονάδες άλλων μετρικών συστημάτων, θα πρέπει να αναφέρονται ρητά στο πιστοποιητικό οι συντελεστές μετατροπής.

3. Οδηγίες για τη βέλτιστη χρήση των πιστοποιητικών διακρίβωσης

3.1. Η έννοια του “σφάλματος”

Η έννοια του “σφάλματος” χρησιμοποιούνταν επί πολλές δεκαετίες από όλους όσοι εμπλέκονταν σε μετρήσεις, στους τομείς της βιομηχανίας και των υπηρεσιών, στην έρευνα και ανάπτυξη και στη βασική έρευνα. Τα “σφάλματα” χωρίζονταν σε συστηματικά και τυχαία. Τα συστηματικά σφάλματα θεωρούνταν ότι ήταν αποτέλεσμα κάποιας αιτιοκρατίας, η οποία έδινε τη δυνατότητα για εκτίμηση της τιμής και του πρόσημου του σφάλματος, ώστε να μπορούν να πραγματοποιηθούν διορθώσεις των αποτελεσμάτων. Τα τυχαία σφάλματα θεωρούνταν ότι προέρχονται από στοχαστικά φαινόμενα και εξιχνιάζονταν μόνο με στατιστικές μεθόδους. Το

βασικό πρόβλημα στο παραπάνω σκεπτικό αλλά και ονοματολογία ήταν, ότι η έννοια του σφάλματος προϋποθέτει τη γνώση της “πραγματικής τιμής” του μετρούμενου μεγέθους. Από τις αρχές της δεκαετίας του 90 και μετά από μακρόχρονη συνεργασία και προβληματισμό της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας της μετρολογίας, συμφωνήθηκε και βαθμιαία επικράτησε ένα νέο σκεπτικό το οποίο ενσαρκώθηκε στην Οδηγία ISO 1993 Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) και τις μετέπειτα τροποποιήσεις της [6], [7]. Οι βασικές καινοτόμες ιδέες που διέπουν το νέο σκεπτικό συνοψίζονται στα εξής σημεία:

- Δεν γίνεται λόγος πλέον για σφάλματα, παρά για πηγές σφαλμάτων.
- Οι έννοιες της “πραγματικής τιμής” και του “σφάλματος” της μέτρησης αντικαθίστανται με αυτές της βέλτιστης εκτίμησης του μετρούμενου μεγέθους (που μπορεί π.χ. να είναι ο μέσος όρος ή ο ενδιάμεσος όρος) και της αβεβαιότητας της μέτρησης.
- Η προσέγγιση για τον υπολογισμό της αβεβαιότητας γίνεται με όρους πιθανοτήτων και για το λόγο αυτό εισάγεται η έννοια της κατανομής των μετρούμενων ή άλλων παραμέτρων που υπεισέρχονται στο μοντέλο της μέτρησης. Η στατιστική παραμένει ένα χρήσιμο εργαλείο για τις εκτιμήσεις των μετρούμενων παραμέτρων.
- Ανάλογα με τον τρόπο που προσεγγίζεται υπολογιστικά η εκτίμηση της συνεισφοράς στην αβεβαιότητα από μια πηγή σφάλματος, με στατιστικές μεθόδους ή με τη θεώρηση μιας *a priori* κατανομής, οι συνεισφορές στην αβεβαιότητα χωρίζονται σε τύπου A και τύπου B αντίστοιχα.
- Περιγράφεται η μεθοδολογία που μέσα από συμβάσεις και παραδοχές οδηγεί στο τελικό εξαγόμενο που είναι η εκτίμηση της αβεβαιότητας του μετρούμενου μεγέθους και προκύπτει από το συνδυασμό όλων των επιμέρους συνεισφορών από τις διάφορες πηγές σφάλματος.

Ως αβεβαιότητα (uncertainty) της μέτρησης ορίζεται μια παράμετρος, που σχετίζεται με το αποτέλεσμα της μέτρησης, η οποία χαρακτηρίζει τη διασπορά των τιμών που μπορούν λογικά να αποδοθούν στο μετρούμενο μέγεθος, με έναν εκπεφρασμένο βαθμό εμπιστοσύνης. [2]

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη μεθοδολογία υπολογισμού της αβεβαιότητας βρίσκονται στο Ενημερωτικό Φυλλάδιο EIM – 04: 2004 [4] και τις βιβλιογραφικές αναφορές που αυτή περιέχει..

Έννοιες και όροι που αναφέρονται συχνά σε πιστοποιητικά διακρίβωσης και σχετίζονται με την έννοια του σφάλματος, όπως είναι η απόκλιση (deviation), η διόρθωση (correction), η ακρίβεια (accuracy και precision) η συνδυασμένη (combined) και η διευρυμένη (expanded) αβεβαιότητα καθώς επίσης και όροι που αποτελούν συνιστώσες της αβεβαιότητας, όπως είναι η επαναληψιμότητα (repeatability), η αναπαραγωγιμότητα (reproducibility), η υστέρηση (hysteresis), η ευαισθησία (sensitivity), η ολίσθηση (χρονική ή θερμική) (drift), το σφάλμα λόγω παρεμβολής (interpolation error), το σφάλμα στρογγυλοποίησης (rounding error), αλλά και άλλοι πιο ειδικοί όροι που αφορούν σε ειδικότερες εφαρμογές, επεξηγούνται είτε σε γενικές συστάσεις, οδηγίες και πρότυπα είτε σε ειδικά πρότυπα που περιγράφουν τις μεθόδους διακρίβωσης. Μερικοί από αυτούς τους όρους συμπεριλαμβάνονται στο Παράρτημα Α – Ορολογία.

3.2. Η αβεβαιότητα κατά τη διακρίβωση και η αβεβαιότητα κατά τη χρήση ενός μετρητικού οργάνου.

Στην παράγραφο 1.2. τονίστηκε ότι τα αποτελέσματα μιας διακρίβωσης όπως αναφέρονται σε ένα Πιστοποιητικό Διακρίβωσης ισχύουν μόνο κατά τη χρονική στιγμή της διακρίβωσης και κάτω από καθορισμένες συνθήκες. Προκειμένου να διασαφηνιστεί λίγο περισσότερο η ουσία αυτής της πρότασης, στη συνέχεια θα θεωρήσουμε ένα παράδειγμα μέτρησης με τη χρήση ενός έστω διακριβωμένου μετρητικού οργάνου, ενός παχύμετρου, που διαθέτει έγκυρο πιστοποιητικό διακρίβωσης από διαπιστευμένο εργαστήριο. Η μέτρηση αφορά στον προσδιορισμό του μήκους μιας μεταλλικής ράβδου με τετραγωνική διατομή, ονομαστικού μήκους 10 mm.

Το πιστοποιητικό διακρίβωσης αναφέρει ότι η απόκλιση του παχύμετρου για μέτρηση μήκους 10 mm είναι $\Delta E = -0,01 \text{ mm}$ με μια διευρυμένη αβεβαιότητα $U(95\%) = \pm 0,02 \text{ mm}$, στους 20°C . Πραγματοποιήθηκε μια μέτρηση του μήκους της ράβδου στο κέντρο περίπου της τετραγωνικής διατομής της και το αποτέλεσμα ήταν $L = 9.98 \text{ mm}$.

Το πρώτο ερώτημα που τίθεται είναι, ποια είναι η εικόνα που θα λάβουμε για το αποτέλεσμα της μέτρησης αυτής, εάν συνυπολογίσουμε τις πληροφορίες που διαθέτουμε για το παχύμετρο από το πιστοποιητικό διακρίβωσής του? Σε πρώτη φάση το αποτέλεσμα της μέτρησης μπορεί να διορθωθεί ώστε να συμπεριλάβει την απόκλιση του μετρητικού οργάνου. Έτσι το διορθωμένο πλέον μήκος της ράβδου γίνεται $L_c = 9.99 \text{ mm}$ ενώ λόγω της αβεβαιότητας της διόρθωσης αυτής, η πιθανή αληθής τιμή του μήκους της ράβδου βρίσκεται με πιθανότητα 95% μέσα στο διάστημα τιμών από 9,97 mm έως 10,01 mm. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να εκφρασθεί και ως $L_c = 9.99 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm}$.

Η πρώτη παρατήρηση είναι πως η νέα αυτή εικόνα είναι διάφορη από την αρχική. Με μια προσεχτικότερη παρατήρηση όμως, εάν φέρουμε στη μνήμη μας δύο προτάσεις που περικλείονταν στο πιστοποιητικό διακρίβωσης του παχύμετρου, μια που δήλωνε ότι η αποκλίσεις του παχύμετρου προσδιορίστηκαν στη θερμοκρασία των 20°C και μια ότι στην εκτίμηση της αβεβαιότητας δεν περιλαμβάνονται μακροχρόνιες μεταβολές, προκύπτει ένα δεύτερο ερώτημα. Πόσο βέβαιοι είμαστε ότι η εικόνα που έχουμε για το αποτέλεσμα της μέτρησής μας είναι έγκυρη? Παρατηρώντας π.χ. ότι τη στιγμή που πραγματοποιήθηκε η μέτρηση, η θερμοκρασία στον περιβάλλοντα χώρο ήταν 25°C και ακόμη ότι έχουν παρέλθει 14 μήνες από την ημερομηνία διακρίβωσης ενός οργάνου με το οποίο πραγματοποιούνται καθημερινά δεκάδες μετρήσεις, είναι λογικό να γεννηθεί κάποια αμφιβολία για την ορθότητα του αποτελέσματος. Μάλιστα παρακινημένοι από την ίδια αυτή αμφιβολία ,επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση λίγες στιγμές μετά, στο κέντρο πάλι της τετραγωνικής διατομής της ράβδου, αυτή τη φορά όμως ασκώντας λίγο μεγαλύτερη δύναμη για τον προσδιορισμό της κατάστασης επαφής του οργάνου με τη ράβδο. Η νέα ένδειξη $L' = 9,96 \text{ mm}$ δεν αποτελεί πλέον έκπληξη. Είναι σαφές ότι για να λάβουμε μια πιο ολοκληρωμένη και πιο κοντά στην πραγματικότητα εικόνα για τις μετρήσεις που πραγματοποιούμε καθημερινά θα πρέπει να καταβάλλουμε λίγο ακόμη περισσότερη προσπάθεια από αυτήν του να συμβουλευόμαστε ένα πιστοποιητικό.

Οι νέες πηγές σφαλμάτων που εξιχνιάστηκαν παραπάνω, την επίδραση των οποίων θα κλιθεί ο χρήστης του μετρητικού οργάνου να αξιολογήσει και συνυπολογίσει στην αβεβαιότητα της μέτρησής του, εφόσον το κρίνει χρήσιμο, θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

A) επιδράσεις λόγω μεταβολής των μετρολογικών χαρακτηριστικών με το χρόνο,

B) επιδράσεις λόγω διαφοράς μεταξύ των περιβαλλοντικών συνθηκών κατά τη διακρίβωση σε σχέση με αυτών κατά τη διάρκεια των μετρήσεων,

Γ) επιδράσεις λόγω διαφορετικών ή απροσδιόριστων συνθηκών “σύζευξης” μεταξύ του μετρητικού οργάνου και του αντικειμένου προς μέτρηση (θερμοκρασιακή διαφορά, πτώση πίεσης, μεταβαλλόμενες μηχανικές ή ηλεκτρικές συνθήκες κλπ).

Από τα παραπάνω λοιπόν προκύπτει το συμπέρασμα ότι:

η αβεβαιότητα ενός μετρητικού οργάνου κατά τη χρήση του διαφέρει (αυξάνεται) σε σχέση με εκείνη που προσδιορίζεται μέσα από τη διαδικασία της διακρίβωσης.

Ο υποψιασμένος πλέον ελεγκτής του παραδείγματος, μετά από συλλογή πληροφοριών τόσο για το τι περιελάμβανε η διαδικασία διακρίβωσης του παχύμετρου όσο και για το βαθμό της επίδρασης των ενοχλητικών αυτών παραμέτρων, εκτίμησε εκ νέου το αποτέλεσμα της μέτρησής του σε: $L'_c = 9.99 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$.

3.3. Το ιστορικό ενός μετρητικού οργάνου ή προτύπου αναφοράς

Η επίδοση ενός μετρητικού οργάνου ή ενός προτύπου αναφοράς αναφορικά με τα μετρολογικά του χαρακτηριστικά, μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου, κυρίως σε συνάρτηση με τη συχνότητα και τις συνθήκες χρήσης. Σημειώνεται ότι υπάρχουν περιπτώσεις που ακόμα κι ένα αχρησιμοποίητο όργανο, ή ελάχιστα χρησιμοποιημένο ακόμα και σε ιδανικές περιβαλλοντικές συνθήκες και με ορθή χρήση, υπόκειται σε μεταβολή των μετρολογικών του ιδιοτήτων. Για τον λόγο αυτό, οι κατασκευαστές μετρολογικού εξοπλισμού δεν συμπεριλαμβάνουν στις τεχνικές προδιαγραφές τους μια εκτίμηση της ολίσθησής του με τον χρόνο.

Προκειμένου ο χρήστης του μετρητικού οργάνου να μπορεί να εκτιμήσει την ολίσθησή του με το χρόνο, χρειάζεται να έχει πραγματοποιήσει τουλάχιστον δύο διακριβώσεις του εν λόγω εξοπλισμού μέσα σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα. Σε περιπτώσεις που έχουν συλλεχθεί αρκετά δεδομένα διαδοχικών διακριβώσεων, ο ενδιαφερόμενος είναι σε θέση να συνάγει είτε έναν νόμο μεταβολής (οπότε μπορεί να εκτιμήσει τις τιμές των παραμέτρων και σε χρόνο διάφορο από αυτούς των ελέγχων), είτε τα όρια μέσα στα οποία συμβαίνουν τυχαίες μεταβολές της μετρολογικής

ιδιότητας [8]. Τη γνώση αυτή περί της μεταβλητότητας της ιδιότητας με το χρόνο μπορεί να τη συμπεριλάβει στην αβεβαιότητα κατά τη χρήση του μετρητικού οργάνου, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που προτείνεται στο GUM.

Τονίζεται ότι, προϋπόθεση για να μπορούν να αξιοποιηθούν τα δεδομένα από διαδοχικές διακριβώσεις για την εκτίμηση της μεταβλητότητας της ιδιότητας με το χρόνο θα πρέπει είτε να μην έχει παρεμβληθεί ρύθμιση (adjustment) του μετρητικού οργάνου ή προτύπου, είτε κάθε φορά που πραγματοποιείται ρύθμιση, να εκτελείται διακρίβωση προ και μετά τη ρύθμιση του οργάνου.

Η συλλογή δεδομένων από διαδοχικές διακριβώσεις ενός οργάνου, τέλος, δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης μεθοδολογιών προσδιορισμού των διαστημάτων επαναδιακρίβωσης του εξοπλισμού.

3.4. Προδιαγραφές και συμμόρφωση με αυτές, μετρητικών οργάνων ή προτύπων

Στην παράγραφο αυτή επιχειρείται μια προσέγγιση στο ζήτημα της συμμόρφωσης μετρητικού οργάνου ως προς δοσμένη προδιαγραφή. Κατ' αρχήν αξίζει να σημειωθεί ότι είναι απολύτως ισοδύναμες οι περιπτώσεις όπου: α) η προδιαγραφή (ανοχή) τίθεται επί των ενδείξεων ή των ονομαστικών τιμών ενός μετρητικού οργάνου, οπότε στην περίπτωση αυτή ελέγχεται η θέση της διόρθωσης ως προς τα όρια της προδιαγραφής, η δε αβεβαιότητα της μέτρησης αποδίδεται στην τιμή της διόρθωσης ή β) η προδιαγραφή τίθεται σε σχέση με την ιδανική τιμή (τιμή αναφοράς), οπότε στην περίπτωση αυτή ελέγχεται η θέση της απόκλισης ως προς τα όρια της προδιαγραφής η δε αβεβαιότητα της μέτρησης αποδίδεται στην τιμή της απόκλισης.

Στο Σχήμα 2. παρουσιάζονται όλα τα πιθανά ενδεχόμενα κατά τον έλεγχο συμμόρφωσης ενός μετρητικού οργάνου ως προς συμμετρική προδιαγραφή.

Υπάρχουν διάφορες πρακτικές σχετικά με το πώς γίνεται ο χειρισμός της αβεβαιότητας προκειμένου να αποφασισθεί το κατά πόσο ένα όργανο μέτρησης ικανοποιεί μια προδιαγραφή. Στο παρελθόν μοναδικό κριτήριο ήταν η προσδιοριζόμενη απόκλιση από την ιδανική τιμή, αγνοώντας εντελώς την

αβεβαιότητα. Έτσι οι αποφάσεις ενός επιθεωρητή για τις περιπτώσεις του Σχήματος 2. θα ήταν:

- 1) οι συσκευές A και B είναι εντός προδιαγραφών,
- 2) η συσκευή Γ παρουσιάζει οριακή λειτουργία
- 3) οι συσκευές Δ και Ε είναι εκτός προδιαγραφών.

Στη συνέχεια τέθηκαν κάποιοι περιορισμοί σχετικά με το μέγεθος της αβεβαιότητας σε σχέση με το μέγεθος της προδιαγραφής, ένας λόγος αβεβαιότητας προς ανοχή $1/3$ ή $1/5$ πχ θεωρούνταν ικανοποιητικός ώστε να ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες εσφαλμένης απόφασης. Ωστόσο ακόμα και με αυτήν την παραδοχή – απαίτηση, η απόφαση του επιθεωρητή δε θα άλλαζε.

Όταν στην κρίση του επιθεωρητή για τη λήψη απόφασης υπεισέρχεται και η παράμετρος της αβεβαιότητας τότε οι παρατηρήσεις από το Σχήμα 2. μεταφράζονται ως εξής:

- 1) οι συσκευές A και E είναι με σημαντική βεβαιότητα εντός και εκτός προδιαγραφών, αντίστοιχα
- 2) οι συσκευές B, Γ και Δ είναι πιθανό να είναι εντός ή εκτός προδιαγραφών.

Από το σημείο αυτό κι έπειτα απαιτείται ένα επιπλέον κριτήριο για να μπορεί να αποφασισθεί το “μέλλον” για τις συσκευές B, Γ, και Δ.

Η συνηθέστερη πρακτική, που συναντάται σήμερα σε πολλά πρότυπα, είναι το κριτήριο:

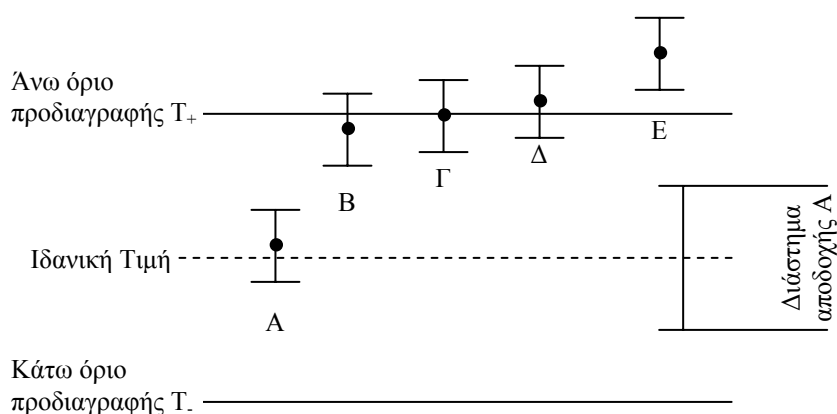
Ένα όργανο μέτρησης θεωρείται ότι ικανοποιεί μια προδιαγραφή (T) όταν η απόκλιση του οργάνου (d) μαζί με την αβεβαιότητα της μέτρησης (U), δεν υπερβαίνουν τα όρια της προδιαγραφής.

$$\text{Δηλαδή αν } d > 0, d+U < T_+ \text{ ή αν } d < 0, d-U > T_-.$$

Υπό αυτό το πρίσμα η απόφαση πλέον διαφοροποιείται ριζικά. Μόνο η συσκευή A θεωρείται εντός προδιαγραφών. Η περίπτωση αυτή ισοδυναμεί με μείωση του διαστήματος της ανοχής των τεχνικών προδιαγραφών από $2T$ που ήταν αρχικά σε $A = 2T - 2U$. Το νέο αυτό διάστημα A ονομάζεται διάστημα αποδοχής (acceptance interval) [9].

Τέλος μια ακόμη προσέγγιση που απαιτεί περισσότερη προσπάθεια αλλά προσφέρει και αρκετά πλεονεκτήματα είναι, αντί του παραπάνω κριτηρίου που

ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο εσφαλμένης απόφασης σε πιθανότητα 5% (αν όπου U νοείται η διευρυμένη αβεβαιότητα), η επιλογή του διαφορετικού βαθμού διακινδύνευσης [10].



Σχήμα 2. Πιθανά ενδεχόμενα κατά τον έλεγχο μετρητικού οργάνου με προδιαγραφή

Ως προδιαγραφή μπορεί να εννοηθεί: α) προδιαγραφή ακρίβειας του κατασκευαστή, β) κατάταξη σε κλάση ακρίβειας βάσει προτύπου, γ) προδιαγραφή του μετρητικού σχήματος ή διεργασίας όπου είναι ενταγμένη ή ενσωματωμένη η DUT και τέλος δ) η επιθυμητή ή σκοπούμενη ακρίβεια ή/και αβεβαιότητα μέτρησης, όπως κι αν αυτή έχει προκύψει από την πλευρά του πελάτη.

3.5. Η χρήση των πληροφοριών που παρέχει το πιστοποιητικό διακρίβωσης

Στην παράγραφο αυτή συνοψίζονται και σχολιάζονται οι περιπτώσεις όπου μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι πληροφορίες από ένα πιστοποιητικό διακρίβωσης. Είδαμε ότι οι πληροφορίες που βασικά αξιοποιούνται είναι α) οι αποκλίσεις, β) η αβεβαιότητα και γ) το επίπεδο εμπιστοσύνης στο οποίο είναι εκπεφρασμένη η αβεβαιότητα.

Εφαρμογή διορθώσεων στις ενδείξεις μετρητικών οργάνων

Τονίζεται ότι σε όλες τις περιπτώσεις που ακολουθούν θα πρέπει να διευκρινίζεται στο πιστοποιητικό διακρίβωσης, ότι οι τιμές αβεβαιότητας που αναφέρονται, δεν περιλαμβάνουν τις συστηματικές αποκλίσεις του μετρητικού

οργάνου. Υπάρχουν πάντως περιπτώσεις που η αναφερόμενη αβεβαιότητα μπορεί να περιλαμβάνει και τις συστηματικές αποκλίσεις.

Α) Στο πιστοποιητικό αναγράφονται οι ενδείξεις και οι αποκλίσεις ή οι διορθώσεις σε μορφή πίνακα:

Ενδείξεις Οργάνου (μονάδες)	Διορθώσεις (μονάδες)	Αβεβαιότητα (μονάδες)
100	-0,2	0,3
110	-0,3	0,5
120	-0,3	0,6

Όταν το όργανο μετράει π.χ. 110 μονάδες το διορθωμένο αποτέλεσμα είναι

$$\text{Διορθωμένη ένδειξη} = 110 + (-0,3) = 109,7 \text{ μονάδες.}$$

Οι διορθώσεις προστίθενται ενώ οι αποκλίσεις αφαιρούνται από τις ενδείξεις του οργάνου.

Για ενδείξεις τιμών που βρίσκονται ανάμεσα σε δυο διαδοχικές ενδείξεις οι οποίες αναφέρονται στον πίνακα των αποτελεσμάτων, η διόρθωση μπορεί να υπολογιστεί με γραμμική παρεμβολή. Στην περίπτωση αυτή η αβεβαιότητα που αντιστοιχεί στην ένδειξη αυτή θα μπορούσε να είναι η μεγαλύτερη από τις αβεβαιότητες που περικλείουν τις τιμές αναφοράς.

Β) Το πιστοποιητικό περιέχει μια εξίσωση διορθώσεων:

Οι διορθώσεις μπορούν να παρουσιάζονται με τη μορφή ενός πολυωνύμου.

Για παράδειγμα:

$$\text{Διόρθωση} = 0,1 + 0,004 \times I - 0,001 \times I^2, \text{ όπου } I \text{ η ένδειξη}$$

Σε μια τέτοια περίπτωση θα πρέπει και η αβεβαιότητα να δίνεται με τη μορφή εξίσωσης. Εάν αναφέρονται αβεβαιότητες που αντιστοιχούν σε διακριτές τιμές αναφοράς (τιμές αναφοράς, ενδείξεις οργάνου ή ονομαστικές τιμές) τότε θα πρέπει στην αβεβαιότητα να συμπεριλαμβάνεται και μια συνιστώσα παρεμβολής, που προκύπτει από το fitting των τιμών.

Γ) Το πιστοποιητικό περιέχει μια καμπύλη βαθμονόμησης (σχέση τιμών αναφοράς με ενδείξεις της συσκευής):

Στην περίπτωση αυτή η εφαρμογή της εξίσωσης δίνει τις διορθωμένες ενδείξεις της συσκευής. Η αβεβαιότητα που αναφέρεται θα πρέπει όπως στην παραπάνω περίπτωση να συμπεριλαμβάνει έναν όρο που προέρχεται από την παρεμβολή τιμών (fitting).

Δ) Το πιστοποιητικό αναφέρει την τιμή ενός υλικού ή προτύπου αναφοράς σε σχέση με την ονομαστική του τιμή:

Για παράδειγμα:

Ονομαστική Τιμή (μονάδες)	Τιμή Διακρίβωσης (μονάδες)
100	100,032

Εάν το πρότυπο χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο ενός μετρητικού οργάνου το οποίο με την εφαρμογή του προτύπου δώσει ένδειξη 100,01 μονάδες τότε η διόρθωση του οργάνου είναι

$$\begin{aligned}\text{Διόρθωση} &= \text{Τιμή διακρίβωσης του προτύπου} - \text{Ένδειξη οργάνου} \\ &= 100,032 - 100,01 = 0,02 \text{ μονάδες}\end{aligned}$$

Έλεγχος ανοχών προϊόντων με χρήση μετρητικών οργάνων.

Θα εξετάσουμε τώρα το τι γίνεται όταν χρησιμοποιείται ένα μετρητικό όργανο για τον έλεγχο προδιαγραφών προϊόντων.

Ισχύουν τα ίδια όπως, κατά τον έλεγχο συμμόρφωσης των μετρητικών οργάνων ως προς προδιαγραφές που αναφέρθηκε στην παράγραφο 3.4. Επιπλέον στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει να τονιστεί, ότι η αβεβαιότητα της δοκιμής είναι εν γένει μεγαλύτερη από την αβεβαιότητα του μετρητικού οργάνου, όπως αυτή αναφέρεται στο πιστοποιητικό διακρίβωσης. Αυτό συμβαίνει διότι υπεισέρχονται νέες πηγές σφαλμάτων κατά τη δοκιμή. Πλέον αυτών που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 3.2., θα πρέπει να αναφερθούν:

A) Η επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών επί του υπό δοκιμή αντικειμένου.

B) Η διαδικασία της δοκιμής.

Γ) Ο ατελής προσδιορισμός του μετρούμενου μεγέθους. Στο παράδειγμα της παραγράφου 3.2. το μετρούμενο μέγεθος είναι το “μήκος της ράβδου”. Ποιο είναι όμως το μήκος της ράβδου εάν οι απέναντι τετραγωνικές διατομές δεν είναι απόλυτα παράλληλες?

Ο ελεγκτής, κατά συνέπεια, θα πρέπει προηγουμένως να έχει καταστρώσει ένα ισοζύγιο αβεβαιότητας της δοκιμής του προκειμένου να εκτιμήσει σωστά την αβεβαιότητα της δοκιμής. Κατά τον υπολογισμό αυτόν, του δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιήσει, ως μια από τις συνιστώσες, την αβεβαιότητα του μετρητικού οργάνου όπως αυτή αναφέρεται στο πιστοποιητικό διακρίβωσής του. Εννοείται ότι κατά τις μετρήσεις του ο ελεγκτής θα πρέπει να διορθώνει τις ενδείξεις του μετρητικού οργάνου σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο πιστοποιητικό αποτελέσματα, προκειμένου να είναι έγκυρη η αντίστοιχη τιμή της αβεβαιότητας των ενδείξεων.

Εναλλακτικά ο ελεγκτής έχει τη δυνατότητα, στο ισοζύγιο της αβεβαιότητας της δοκιμής, να συμπεριλάβει την ανοχή του μετρητικού του οργάνου με κατάλληλο τρόπο, αντί της αβεβαιότητας. Στην περίπτωση αυτή δε χρειάζεται να προβαίνει σε διορθώσεις των ενδεικνυόμενων τιμών. Το όφελος από ένα τέτοιο χειρισμό είναι ότι το έργο του γίνεται πιο εύκολο. Το κόστος που πληρώνει παρόλα αυτά είναι μια εν γένει αυξημένη υπολογισθείς αβεβαιότητα της δοκιμής του.[11]

Υπολογισμός της αβεβαιότητας ευρύτερης διεργασίας στην οποία συμμετέχει το όργανο μέτρησης - Ισοζύγια αβεβαιότητας Δοκιμών.

Η πλέον συχνή χρήση μετρητικού εξοπλισμού (μαζί με τον έλεγχο προδιαγραφών προϊόντων) είναι αυτή της ενσωμάτωσης του εξοπλισμού σε μια ευρύτερη διαδικασία δοκιμής, στην οποία χρησιμοποιούνται περισσότερες συσκευές και η οποία μπορεί να πραγματοποιείται σε περισσότερα από ένα στάδια. Στην περίπτωση αυτή η προδιαγραφή του προϊόντος μπορεί να αναφέρεται στο τελικό αποτέλεσμα μιας ιδιότητας που προήλθε από το σύνολο των μετρήσεων και από ενδιάμεσους υπολογισμούς. Σε τέτοιες περιπτώσεις πάλι απαιτείται η κατάστρωση ισοζυγίου αβεβαιότητας της δοκιμής, στο οποίο μια από τις συνιστώσες της αβεβαιότητας, αλλά όχι η μοναδική, θα είναι η αβεβαιότητα του κάθε μετρητικού οργάνου που εμπλέκεται στη δοκιμή. Ο τρόπος εισαγωγής της παραμέτρου της αβεβαιότητας είναι ανάλογος με αυτά που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Σύγκριση μετρητικών αποτελεσμάτων.

Η σύγκριση μετρητικών αποτελεσμάτων μετρήσεων που πραγματοποιούνται επί μιας, σταθερής κατά το δυνατό, ιδιότητας του αυτού αντικειμένου, π.χ. κατά τη διενέργεια διεργαστηριακών συγκρίσεων είναι δυνατή μόνο δια μέσου της χρήσης της αβεβαιότητας των μετρήσεων και την επιλογή κατάλληλων στατιστικών ελέγχων (παραδείγματος χάριν t-test).

3.6. Η σημασία της επικοινωνίας του “πελάτη” και του “παροχέα” της υπηρεσίας της διακρίβωσης

Παρατηρώντας προσεκτικότερα τις βασικές απαιτήσεις για τα πιστοποιητικά διακρίβωσης, αλλά όπως διαπιστώνεται και από τη φιλοσοφία που διέπει ολόκληρο το πρότυπο ISO 17025, ο πελάτης, ως αποδέκτης της υπηρεσίας της διακρίβωσης, παίζει ένα κεντρικό ρόλο στη διαδικασία αυτή. Από τη μια μεριά, λαμβάνονται μέτρα ώστε να διασφαλίζεται η πλήρης, σαφής, αντικειμενική και αξιόπιστη πληροφόρησή του. Από την άλλη, ο ίδιος έχει τη δυνατότητα να θέτει προδιαγραφές, όρους και απαιτήσεις βάσει συμβατικών δικαιωμάτων, στο βαθμό βέβαια που τα παραπάνω δεν εξυπηρετούν σκοπιμότητες έναντι του αποδέκτη των δικών του υπηρεσιών και είναι σύμφωνες με το γράμμα και πνεύμα του εν λόγω προτύπου (βλ. καθορισμό ημερομηνίας επόμενης διακρίβωσης, εύρος ή τιμές της κλίμακας που πρόκειται να ελεγχθεί, αναγραφή στο πιστοποιητικό δήλωσης συμμόρφωσης με προδιαγραφή, συμφωνία παρέκκλισης από πρότυπη μέθοδο κλπ).

Παρόλα αυτά η εμπειρία δείχνει ότι τόσο οι πελάτες όσο και τα εργαστήρια που παρέχουν υπηρεσίες διακρίβωσης, δεν είναι πάντοτε πρόθυμοι στο να αναπτύξουν μια γόνιμη και τεκμηριωμένη επικοινωνία. Δεν είναι λίγες οι φορές που παρατηρείται, η επικοινωνία αυτή να περιορίζεται στο επίπεδο ενός απλού αιτήματος διακρίβωσης από την πλευρά του πελάτη και της αντίστοιχης προσφοράς από τον παροχέα της υπηρεσίας, οι δε πληροφορίες που ανταλλάσσονται στις φάσεις αυτές να είναι οι ελάχιστες δυνατές που καθορίζουν τον τύπο της υπό διακρίβωση συσκευής ή προτύπου, το εύρος μέτρησης και τη διακριτική ικανότητα και το κόστος της διακρίβωσης.

Είναι σαφές ωστόσο, ότι με την πάροδο του χρόνου και όσο αναπτύσσονται οι απαιτήσεις για ποιότητα αλλά και η μετρολογική κουλτούρα όλων των εμπλεκόμενων στη διαδικασία αυτή μερών, όλο και περισσότερες πληροφορίες ανταλλάσσονται στην κατεύθυνση της ικανοποίησης του τελικού χρήστη προϊόντων και υπηρεσιών.

Παρακάτω αναφέρεται ένα σύνολο πληροφοριών, που καλό θα ήταν να ανταλλάσσονται κατά τη φάση της ανασκόπησης του αιτήματος του πελάτη αλλά και κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας της διακρίβωσης, μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών. Το πιστοποιητικό διακρίβωσης μπορεί να περιλαμβάνει ή όχι ένα μέρος ή το σύνολο των πληροφοριών αυτών. Σε κάθε όμως περίπτωση ενδείκνυται οι πληροφορίες να καταγράφονται και να τηρούνται σε αρχείο τόσο από μέρους του πελάτη όσο και από μέρους του εργαστηρίου, καθότι συνεισφέρουν στην ποιότητα της τρέχουσας αλλά και μελλοντικών διακριβώσεων του ιδίου ή παρόμοιου τύπου οργάνων, διατάξεων και προτύπων.

Ενδεικτικά αναφέρονται, χωρίς να σημαίνει ότι εξαντλούνται όλες οι περιπτώσεις, καθόσον υπάρχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά για κάθε κατηγορία μετρούμενου μεγέθους αλλά και για κάθε τύπο μετρητικής διάταξης ή προτύπου που διαφοροποιούν τις ανάγκες, οι κάτωθι πληροφορίες:

- ο τύπος της DUT(*),
- στοιχεία που ταυτοποιούν την DUT, ως προς το(-α) μετρούμενο(-α) μέγεθος(-η) και σαφής καθορισμός του υποσυνόλου αυτών που πρόκειται να διακριβωθεί,
- το(-α) εύρος(-η) των κλιμάκων ή η ονομαστική τιμή της μετρολογικής ιδιότητας καθώς και το επιθυμητό εύρος ελέγχου,
- το κατά πόσο το εργαστήριο είναι διαπιστευμένο για τέτοιου τύπου διακριβώσεις, κυρίως αναφορικά με το εν λόγω μέγεθος και εύρος σε πρώτη φάση αλλά και ως προς τη σκοπούμενη αβεβαιότητα, όπως αναφέρεται παρακάτω, στη συνέχεια,
- η διακριτική ικανότητα της DUT όπου εφαρμόζεται,
- η προδιαγραφή της(-ων) μετρολογικής(-ων) ιδιοτήτων. Ως προδιαγραφή μπορεί να εννοηθεί: α) προδιαγραφές ακρίβειας του κατασκευαστή, β) κατάταξη σε κλάση ακρίβειας βάσει προτύπου, γ) προδιαγραφή του μετρητικού σχήματος ή διεργασίας όπου είναι ενταγμένη ή ενσωματωμένη

η DUT και τέλος δ) η επιθυμητή ή σκοπούμενη ακρίβεια ή/και αβεβαιότητα μέτρησης, όπως κι αν αυτή έχει προκύψει από την πλευρά του πελάτη,

- πληροφορίες για τη σκοπούμενη χρήση της DUT όπως, περιβάλλον λειτουργίας ή χρήσης, ως μέρος ή φάση μιας ευρύτερης μετρητικής διάταξης ή διεργασίας κλπ,
- ποια είναι τα αναγκαία για τη χρήση της DUT παρελκόμενα (accessories) ή επιλογές (options) που διαθέτει και χρησιμοποιεί ο πελάτης και αντίστοιχα ποια πρόκειται να χρησιμοποιηθούν από το εργαστήριο κατά τη διακρίβωση, εφόσον αυτά είναι διαφορετικά,
- η μέθοδος διακρίβωσης που θα εφαρμοσθεί και ο καθορισμός των ενδιάμεσων ή δευτερευόντων μετρολογικών ιδιοτήτων που πρόκειται να προσδιορισθούν. Στην περίπτωση που ακολουθείται επακριβώς μέθοδος που είτε περιγράφεται σε ισχύοντα διεθνή πρότυπα είτε είναι δημοσιευμένη και κατά συνέπεια υπάρχει πρόσβαση από τον πελάτη σ' αυτή, αρκεί απλή αναφορά της. Σε κάθε άλλη περίπτωση ενδείκνυται επεξήγηση της μεθόδου και των ενδιάμεσων και τελικών αποτελεσμάτων της,
- συμφωνία των μερών σε σχέση με τη ρύθμιση ή όχι της DUT σε περίπτωση σημαντικών αποκλίσεων και εγχειρίδια λειτουργίας του κατασκευαστή όπου αναγράφεται η διαδικασία ρύθμισης,
- σε περίπτωση ρύθμισης της DUT προκαταρκτική συμφωνία για το κατά πόσο θα πραγματοποιηθούν διακριβώσεις «προ τη ρύθμιση» και «μετά τη ρύθμιση», ή εάν απλά θα κοινοποιηθούν στον πελάτη τα δεδομένα που οδήγησαν στην απόφαση για ρύθμιση, προκειμένου να προβεί σε διερευνητικές ή διορθωτικές ενέργειες,
- οποιαδήποτε ενέργεια που πραγματοποιήθηκε από το εργαστήριο επί της DUT πέραν από αυτές που περιγράφονται στις συμβατικές υποχρεώσεις του (όπως καθαρισμός, συντήρηση κλπ),
- σε περίπτωση ελαττωματικής ή προβληματικής λειτουργίας ή κατάστασης, που διαπιστώνεται από το εργαστήριο, κατά την παραλαβή της DUT, ενημέρωση του πελάτη και λήψη απόφασης για τη διενέργεια ή όχι της διακρίβωσης,

- επεξηγήσεις από μέρους του εργαστηρίου, των αποτελεσμάτων της διακρίβωσης, για την ορθή χρήση τους στη συνέχεια από τον πελάτη. Π.χ. το κατά πόσο οι αποκλίσεις που αναγράφονται σε πίνακα εμπεριέχουν την απόκλιση στο μηδέν ή έχει πραγματοποιηθεί η διόρθωση του μηδενός κλπ,
- ενημέρωση του πελάτη, σχετικά με το ποιες βασικές πηγές σφαλμάτων, κατά τη χρήση της DUT, δεν έχουν ληφθεί υπόψη στην αναφερόμενη στο πιστοποιητικό αβεβαιότητα της διακρίβωσης (πχ εξάρτηση από τη θερμοκρασία, η ολίσθηση με το χρόνο, η ευαισθησία του σε μεταβολές των συνθηκών χρήσης του κλπ),
- οποιεσδήποτε πληροφορίες απαιτούνται για την ορθή και ασφαλή μεταφορά και χειρισμό της DUT,
- η επιθυμία για σήμανση ή/και η σφράγιση της DUT με κατάλληλα μέσα για την αποτροπή της πρόσβασης σε μηχανισμούς ρύθμισης.

(*) με τη συντομογραφία DUT, **Device Under Test**, νοείται η μετρητική διάταξη, το όργανο μέτρησης ή το μετρολογικό πρότυπο που πρόκειται να διακριβωθεί.

3.7. Μύθοι και πραγματικότητες

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται μερικές παρανοήσεις που αφορούν στα πιστοποιητικά διακρίβωσης και η αντίστοιχη πραγματικότητα.

Μύθοι	Πραγματικότητα
Η διακρίβωση και η επαλήθευση διαφέρουν μεταξύ τους στη βάση της ποιότητας και της ακεραιότητας των ελέγχων που περιλαμβάνουν.	Η επαλήθευση δε διαφέρει ουσιαστικά, με όρους ποιότητας και ιχνηλασιμότητας της μέτρησης, από τη διακρίβωση. Οι μόνες ουσιαστικές διαφορές της είναι ότι: α) περιλαμβάνει υποχρεωτικά μια δήλωση συμμόρφωσης με συγκεκριμένη προδιαγραφή και β) στο αντίστοιχο πιστοποιητικό δεν αναφέρεται συνήθως η αβεβαιότητα της μέτρησης, που

	ούτως ή άλλως όμως υπολογίζεται.
Η ύπαρξη Πιστοποιητικού Διακρίβωσης υποδηλώνει ότι το όργανο μέτρησης ικανοποιεί τις προδιαγραφές του (τουλάχιστον κατά τη στιγμή της διακρίβωσης) και Διακρίβωση σημαίνει ρύθμιση του οργάνου έτσι ώστε οι αποκλίσεις του να επανέλθουν στο μηδέν (το σφάλμα του οργάνου είναι πλέον η αβεβαιότητά του)	Διακρίβωση ενός μετρητικού οργάνου δε συνεπάγεται αυτόματα και ρύθμιση. Ακόμα και μετά τη ρύθμιση μπορεί η συσκευή να μη λειτουργεί εντός προδιαγραφών. Τέλος ένα Πιστοποιητικό Διακρίβωσης μπορεί να αναγράφει απλά τις αποκλίσεις του οργάνου με την αντίστοιχη αβεβαιότητα – το εάν με βάση τα αποτελέσματα της διακρίβωσης το όργανο είναι εντός προδιαγραφών ή όχι παραμένει στην κρίση του πελάτη.
Τα πρότυπα της σειράς ISO 9000 απαιτούν τη διακρίβωση του συνόλου του μετρητικού εξοπλισμού που διαθέτει μια μονάδα και μάλιστα τόσο προ όσο και μετά τη ρύθμισή τους.	Η επιχείρηση που εφαρμόζει σύστημα ποιότητας κατά τα πρότυπα ISO 9000 οφείλει να καθορίζει τις δικές της ανάγκες στην ένταση και έκταση των διακριβώσεων του μετρολογικού εξοπλισμού της, με βάση τόσο εσωτερικές καθορισμένες προδιαγραφές όσο και απαιτήσεις κανονιστικών ή Νομικών πλαισίων.
Οι Φορείς Διαπίστευσης καθορίζουν το βαθμό και τις διαδικασίες ελέγχου και διακρίβωσης διαφόρων τύπων μετρητικών οργάνων, έτσι ώστε οι χρήστες που λαμβάνουν Πιστοποιητικά Διακρίβωσης από διαπιστευμένα εργαστήρια να εμπιστεύονται την καθολικά ορθή επίδοση του εξοπλισμού τους.	Η Διαπίστευση δεν είναι πανάκεια. Ο χρήστης οφείλει να ελέγχει και δικαιούται να καθορίζει την ένταση και έκταση των ελέγχων που διενεργούνται σε μια συσκευή. Επίσης οφείλει να ελέγχει το ακριβές περιεχόμενο της παρεχόμενης, έστω και διαπιστευμένης υπηρεσίας. Μ' αυτή την έννοια μπορεί μια συσκευή που διαθέτει περισσότερες κλίμακες ή μετρήσιμα μεγέθη να διακριβώνεται σε ένα υποσύνολο από αυτά ή μια συσκευή με μια κλίμακα να διακριβώνεται σε μια τιμή ή σε μέγιστη τιμή μικρότερη από τη μέγιστη δυναμικότητα του οργάνου. Αντίστοιχα είναι

	δυνατό το πεδίο της Διαπίστευσης του εργαστηρίου να καλύπτει μόνο ένα μέρος της απαιτούμενης έντασης και έκτασης ελέγχου.
Το ISO 17025 επιβάλλει ότι τα αποτελέσματα μέτρησης και η αβεβαιότητα της μέτρησης θα πρέπει να αναγράφονται στα Πιστοποιητικά Διακρίβωσης.	Η απαίτηση είναι κατ' ελάχιστο τα αποτελέσματα και η αβεβαιότητες να τηρούνται από το εργαστήριο, στο δε πιστοποιητικό είτε να αναγράφονται αυτά είτε να περιλαμβάνεται μια δήλωση συμμόρφωσης προς συγκεκριμένη προδιαγραφή, η οποία να βασίζεται τόσο στις αποκλίσεις όσο και στην αβεβαιότητα της μέτρησης.
Το Πιστοποιητικό Διακρίβωσης οφείλει να αναφέρει την αβεβαιότητα της διακρίβωσης, προκειμένου ο χρήστης να την συμπεριλαμβάνει στους δικούς του υπολογισμούς (πχ ισοζύγιο δοκιμής)	Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί στους δικούς του υπολογισμούς την αβεβαιότητα της διακρίβωσης ενός οργάνου μέτρησης, αλλά είναι δυνατό να προτιμήσει τη χρήση της προδιαγραφής (ανοχή) της εν λόγω μετρολογικής ιδιότητας αντί της αβεβαιότητας.
Ένα Πιστοποιητικό Διακρίβωσης έχει καθορισμένο χρόνο ισχύος είτε αυτός αναφέρεται στο πιστοποιητικό είτε όχι. Συνήθης έκφραση: Το Πιστοποιητικό έχει “λήξει”.	Ο ενδιαφερόμενος χρήστης μπορεί να καθορίζει αλλά και να μεταβάλλει το πρόγραμμα των διακριβώσεών του, πάντα όμως βάσει τεκμηρίων ή ενδείξεων και ποτέ αυθαίρετα. Το Πιστοποιητικό Διακρίβωσης δεν περιέχει από μόνο του κάποια ιδιότητα, που με το πέρασ κάποιου χρονικού διαστήματος καθίσταται άκυρη. Μάλιστα κατά μια έννοια το Πιστοποιητικό καθίσταται άκυρο από την επομένη στιγμή της διακρίβωσης της συσκευής.
Για την απόδειξη της ιχνηλασιμότητας αρκεί η ύπαρξη πιστοποιητικών διακρίβωσης των προτύπων που χρησιμοποιήθηκαν	Μπορεί η διακρίβωση των προτύπων αναφοράς από εξωτερικό φορέα (με αναγνωρισμένη τεχνική επάρκεια) να είναι αναγκαία συνθήκη για την απόδειξη της ιχνηλασιμότητας της μέτρησης,

στη διακρίβωση.	ωστόσο δεν είναι ικανή, μια και θα πρέπει να ικανοποιείται το σύνολο των απαιτήσεων του προτύπου ISO 17025, κυρίως των τεχνικών αλλά και των διοικητικών για την πλήρη τεκμηρίωση. Ωστόσο η διαπίστευση δεν είναι υποχρεωτική.
-----------------	---

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α - Ορολογία

BIPM: Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών (Bureau International des Poids et Mesures)

CEN: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Προτυποποίησης (Comite Européenne de Normalisation)

CIPM: Διεθνής Επιτροπή Μέτρων και Σταθμών (Comite Internationale des Poids et Mesures)

EIM: Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας. Το Εθνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας της Ελλάδας.

EUROLab: Εθελοντική συνεργασία μεταξύ των εργαστηρίων δοκιμών και διακριβώσεων στην Ευρώπη.

EUROMET: Συνεργασία μεταξύ των Εθνικών Μετρολογικών Ινστιτούτων στην Ευρώπη, την Τουρκία και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

GLP: (Good Laboratory Practice) Καλή Εργαστηριακή Πρακτική. Οδηγός που εμπεριέχει αρχές τις οποίες θα πρέπει να εφαρμόζει ένα εργαστήριο και των οποίων την εφαρμογή ελέγχουν και εγκρίνουν οι φορείς διαπίστευσης κατά τη διαδικασία διαπίστευσης ενός εργαστηρίου.

GUM: (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) Οδηγός για την Έκφραση της Αβεβαιότητας στις Μετρήσεις. Εκδόθηκε από τους ακόλουθους φορείς: BIPM, IEC, ISO, OIML, IFCC, IUPAC, IUPAP.

IEC: (International Electro technical Commission) Διεθνής Επιτροπή Ηλεκτροτεχνίας.

ILAC: (International Laboratory Accreditation Cooperation) Διεθνής Συνεργασία για τη Διαπίστευση Εργαστηρίων, με μέλη της τους Φορείς Διαπίστευσης των διαφόρων χωρών και βασικό της στόχο την προώθηση και υποστήριξη της διαπίστευσης διεθνώς.

IRMM: (Institute for Reference Materials and Measurements), Κέντρο Συντονισμένης Έρευνας υπό την Ευρωπαϊκή Επιτροπή που αφορά τα υλικά αναφοράς και τις μετρήσεις.

ISO: (International Organization for Standardisation), Διεθνής Οργανισμός Προτυποποίησης.

MKSA (σύστημα): Ένα σύστημα μονάδων μέτρησης που βασίζεται στις μονάδες Μέτρο (m), Χιλιόγραμμα (kg), Δευτερόλεπτο (s) και Αμπέρ (A). Στα 1954 το σύστημα επεκτάθηκε ώστε να περιλαμβάνει και τις μονάδες Κέλβιν (K) και Καντέλα (cd). Τότε πήρε την ονομασία SI.

MLA (Multi-Lateral Arrangement): Συμφωνίες Αμοιβαίας Αναγνώρισης υπηρεσιών και πιστοποιητικών διακρίβωσης, σε Ευρωπαϊκό και Διεθνές επίπεδο, μεταξύ των Φορέων Διαπίστευσης των χωρών που υπογράφουν τις συμφωνίες.

MRA (Mutual Recognition Agreement): Συμφωνία Αμοιβαίας Αναγνώρισης της τεχνικής επάρκειας των Εθνικών Μετρολογικών Ινστιτούτων των χωρών που υπογράφουν τη συμφωνία.

NIST: (National Institute of Standards and Technology) Το Εθνικό Μετρολογικό Ινστιτούτο των ΗΠΑ.

NMI: (National Metrology Institute) Η γενική ονομασία των Εθνικών Μετρολογικών Οργανισμών της κάθε χώρας.

NPL: (National Physical Laboratory) Το Εθνικό Μετρολογικό Ινστιτούτο της Μεγάλης Βρετανίας.

OIML: (Organization Internationale de Métrologie Légale) Διεθνής Οργανισμός Νομικής Μετρολογίας.

PTB: (Physikalisch – Technische – Bundesanstalt) Το Εθνικό Μετρολογικό Ινστιτούτο της Γερμανίας.

Αβεβαιότητα μέτρησης (Uncertainty of measurement): Παράμετρος που σχετίζεται με το αποτέλεσμα μιας μέτρησης μεγέθους και χαρακτηρίζει τη διασπορά των τιμών που μπορούν να αποδοθούν στο μετρούμενο μέγεθος.

Αδρανής ζώνη (dead band): Μέγιστο διάστημα εντός του οποίου μπορεί να μεταβάλλεται ένα ερέθισμα και προς τις δύο κατευθύνσεις, χωρίς η μεταβολή αυτή να επιδρά στην απόκριση ενός μετρητικού οργάνου.

Αισθητήριο (sensor): Στοιχείο ενός μετρητικού οργάνου ή μιας μετρητικής αλυσίδας, το οποίο επηρεάζεται άμεσα από το μετρούμενο μέγεθος.

Ακρίβεια μέτρησης (Accuracy of measurement): Εγγύτητα της συμφωνίας ανάμεσα σε ένα αποτέλεσμα μέτρησης με την αληθινή τιμή.

Ακρίβεια μετρητικού οργάνου (Accuracy of a measuring instrument): Η ικανότητα μετρητικού οργάνου να παρέχει ένδειξη κοντά στην αληθινή τιμή.

Αλυσίδα ιχνηλασιμότητας (**traceability chain**): Η αδιάσπαστη αλυσίδα συγκρίσεων για την επίτευξη της ιχνηλασιμότητας.

Αναπαραγωγισιμότητα αποτελέσματα μέτρησης (**Reproducibility of results of measurements**): Εγγύτητα στη συμφωνία ανάμεσα στα αποτελέσματα μετρήσεων του ίδιου μεγέθους, οι οποίες πραγματοποιούνται υπό μεταβλητές συνθήκες.

Ανιχνευτής (**detector**): Μία συσκευή ή μία ουσία η οποία είναι ικανή να παρέχει ενδείξεις για την παρουσία ενός φαινομένου, χωρίς απαραίτητα να επιστρέφει την τιμή μιας συναφούς ποσότητας.

Απόκλιση (**Deviation**): Τιμή μείον τιμή αναφοράς.

Απόκριση (**response**): Το σήμα εισόδου ενός μετρητικού οργάνου ονομάζεται ερέθισμα ενώ αντίστοιχα το σήμα εξόδου καλείται απόκριση του οργάνου.

Αποτέλεσμα μέτρησης (**measuring result**): Η τιμή που αποδίδεται σε ένα μετρούμενο μέγεθος και η οποία έχει προκύψει από τη διαδικασία της μέτρησης.

Αρχή της μέτρησης (**principle of measurement**): Η επιστημονική θεμελίωση μιας μεθόδου μέτρησης.

Βασική μονάδα (**Basic unit**): Μονάδα μέτρησης για ένα βασικό μέγεθος σε ένα σύστημα βασικών μεγεθών.

Δευτερεύον πρότυπο (**Secondary standard**): Πρότυπο, η τιμή του οποίου καθορίζεται με σύγκριση με ένα πρωτεύον πρότυπο του ίδιου μεγέθους.

Διαδικασία μέτρησης (**measurement procedure**): Σύνολο διεργασιών και χειρισμών, που περιγράφονται με λεπτομέρεια, και ακολουθούνται κατά την πραγματοποίηση συγκεκριμένων μετρήσεων σύμφωνα με μια δεδομένη μέθοδο.

Διακρίβωση (**Calibration**): Σειρά ενεργειών, οι οποίες υπό καθορισμένες συνθήκες προσδιορίζουν τη σχέση ανάμεσα στις ενδείξεις τιμών ενός μετρητικού οργάνου ή μιας μετρητικής διάταξης ή μιας μετρολογικής ιδιότητας τεχνητού αντικειμένου και σε αυτές ενός προτύπου αναφοράς.

Διακριτική ικανότητα (**resolution capability, discrimination, threshold**): Η μέγιστη μεταβολή ενός ερεθίσματος η οποία δεν θα επιφέρει ανιχνεύσιμη μεταβολή στην απόκριση ενός μετρητικού οργάνου, με την προϋπόθεση η μεταβολή του ερεθίσματος να έχει πραγματοποιηθεί μονότονα και με αργό ρυθμό.

Διαπιστευμένο εργαστήριο (**Accredited Laboratory**): Εργαστήριο που φέρει την έγκριση τρίτου μέρους για την τεχνική του επάρκεια και το σύστημα ποιότητας που εφαρμόζει.

Διαστάσεις μεγέθους (**quantity dimension**): Έκφραση η οποία αναπαριστά ένα μέγεθος ενός συστήματος μεγεθών, ως γινόμενο κατάλληλων δυνάμεων των βασικών μεγεθών του εν λόγω συστήματος.

Διάστημα διακρίβωσης (**Calibration interval**): Ο χρόνος ανάμεσα σε δύο διαδοχικές διακρίβώσεις ενός μετρητικού οργάνου.

Διαφάνεια (**transparency**): Ικανότητα ενός μετρητικού οργάνου να μην μεταβάλει το μετρούμενο μέγεθος.

Διεθνές πρότυπο (**International standard**): Πρότυπο αναγνωρισμένο από διεθνή συμφωνία ως κατάλληλο για διεθνή χρήση ως βάση για τον προσδιορισμό των τιμών άλλων προτύπων.

Διορθωμένο αποτέλεσμα (**corrected result**): Το αποτέλεσμα της μέτρησης που προκύπτει μετά τις διορθώσεις για τα όποια συστηματικά σφάλματα.

Δοκιμή – έλεγχος (**testing**): Τεχνική διαδικασία που αποτελείται από τον προσδιορισμό ενός ή περισσότερων χαρακτηριστικών ενός δεδομένου προϊόντος, διαδικασίας ή υπηρεσίας σύμφωνα με μια καθορισμένη διαδικασία.

EA: Ευρωπαϊκή Συνεργασία για τη διαπίστευση (European co-operation for Accreditation).

Εθνικό εργαστήριο αναφοράς (**national reference laboratory**): Εργαστήριο το οποίο διαμέσου της ιχνηλασιμότητας σε πρωτεύοντα εργαστήρια άλλων χωρών είναι ικανό να εκτελεί διακρίβώσεις ενός μεγέθους, στο υψηλότερο επίπεδο ακρίβειας στο εσωτερικό της χώρας όπου ανήκει.

Έλεγχος ικανότητας (**performance – proficiency testing**): Προσδιορισμός της τεχνικής ικανότητας – επάρκειας ενός εργαστηρίου δοκιμών, μέσω της σύγκρισης αποτελεσμάτων κοινών δοκιμών που διοργανώνονται και πραγματοποιούνται μεταξύ των εργαστηρίων.

Ένδειξη, μετρητικού οργάνου (**indication of a measuring instrument**): Η τιμή μιας μετρήσιμης ποσότητας η οποία παρέχεται από ένα μετρητικό όργανο.

Επαναληψιμότητα αποτελεσμάτων μέτρησης (**Repeatability of results of measurements**): Η εγγύτητα της συμφωνίας ανάμεσα στα αποτελέσματα διαδοχικών μετρήσεων του ίδιου μεγέθους, οι οποίες πραγματοποιούνται υπό τις ίδιες συνθήκες.

Επαναληψιμότητα μετρητικού οργάνου (**Repeatability of a measuring instrument**): Η ικανότητα ενός μετρητικού οργάνου να παρέχει υπό καθορισμένες συνθήκες χρήσης, παραπλήσιες τιμές ενδείξεων σε επαναλαμβανόμενες εφαρμογές.

Επιδρόν μέγεθος (**influence quantity**): Μέγεθος – ποσότητα το οποίο δεν αποτελεί το βασικό αντικείμενο της μέτρησης, ωστόσο επηρεάζει το αποτέλεσμα της μέτρησης.

Ερέθισμα (**stimulus**): Το σήμα εισόδου ενός μετρητικού οργάνου ονομάζεται ερέθισμα ενώ αντίστοιχα το σήμα εξόδου καλείται απόκριση του οργάνου.

Εύρος κλίμακας (**scale range**): Το σύνολο των τιμών ενός διαστήματος που περιορίζεται από τις ακραίες τιμές – ενδείξεις ενός αναλογικού μετρητικού οργάνου.

Εύρος μέτρησης (**measuring range**): Σύνολο τιμών ενός μεγέθους για τις οποίες υπάρχει η πρόθεση, το σφάλμα μέτρησης ενός μετρητικού οργάνου που αντιστοιχεί στις τιμές αυτές να κείται εντός προδιαγεγραμμένων ορίων.

Ιστορικό διακρίβωσης μετρητικού οργάνου (**Calibration history**): Πλήρης καταγραφή στοιχείων διακρίβωσης μετρητικού οργάνου για μακρά χρονική περίοδο, η οποία παρέχει τη δυνατότητα αξιολόγησης της μακροπρόθεσμης σταθερότητας του οργάνου.

Ιχνηλασιμότητα (**traceability**): Ιδιότητα του αποτελέσματος μιας μέτρησης ή της τιμής ενός προτύπου, όταν είναι δυνατή η συσχέτιση αυτών με δεδηλωμένες αναφορές, συνήθως εθνικά ή διεθνή πρότυπα, διαμέσου μιας αδιάσπαστης αλυσίδας συγκρίσεων. Η αβεβαιότητα που σχετίζεται με τις μετρήσεις στο κάθε στάδιο σύγκρισης θα πρέπει να είναι γνωστή, κλιμακούμενη ανάλογα με το επίπεδο σύγκρισης και να δηλώνεται.

Κλάση ακρίβειας (**Accuracy Class**): Κλάση μετρητικών οργάνων που ικανοποιούν συγκεκριμένες μετρολογικές απαιτήσεις για την τήρηση σφαλμάτων εντός καθορισμένων ορίων.

Μέγεθος (**quantity**): Φυσική ιδιότητα ενός φαινομένου, σώματος ή ουσίας η οποία μπορεί να διακριθεί ποιοτικά και προσδιορισθεί ποσοτικά.

Μέγιστα επιτρεπτά σφάλματα, μετρητικού οργάνου (**maximum permissible errors, of a measuring instrument**): Ακραίες τιμές επιτρεπόμενου σφάλματος βάσει προδιαγραφών, κανονισμών κλπ, για ένα δοσμένο όργανο.

Μέθοδος μέτρησης (**method of measurements**): Λογική ακολουθία ενεργειών, που περιγράφονται σε αδρές γραμμές και χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση των μετρήσεων.

Μεταφερόμενο πρότυπο (**traveling standard**): Πρότυπο, μερικές φορές ειδικής σύνθεσης, κατάλληλο για τη διενέργεια συγκρίσεων μεταξύ προτύπων που βρίσκονται σε διαφορετικές τοποθεσίες.

Μέτρηση (**measurement**): Σύνολο διεργασιών και χειρισμών με σκοπό τον προσδιορισμό της τιμής ενός μεγέθους.

Μετρητική αλυσίδα (**measuring chain**): Σειρά στοιχείων ενός μετρητικού οργάνου ή ενός μετρητικού συστήματος, που απαρτίζουν την διαδρομή που ακολουθεί το σήμα της μέτρησης από την είσοδο έως την έξοδο.

Μετρητική διάταξη/συσκευή/όργανο (**measuring instrument**): Διάταξη που χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση μετρήσεων μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλες συμπληρωματικές διατάξεις.

Μετρικό Σύστημα (**Metric system**): Σύστημα βασισμένο σε μέτρα (m) και κιλά (kg).

Μετρολογία (**metrology**): Από την Ελληνική λέξη «μέτρον». Η επιστήμη των μετρήσεων.

Μετρολογία, βασική (**metrology, fundamental**): Δεν υπάρχει διεθνής ορισμός της έκφρασης αυτής, αλλά συνηθίζεται να χρησιμοποιείται ως αναφορά στο υψηλότερο επίπεδο ακρίβειας των μετρήσεων σε συγκεκριμένο επιστημονικό κλάδο.

Μετρολογία, βιομηχανική (**metrology, industrial**): Διασφαλίζει την κατάλληλη λειτουργία των μετρητικών οργάνων που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία, τόσο στην παραγωγή όσο και στις διαδικασίες δοκιμών και ελέγχων.

Μετρολογία, επιστημονική (**metrology, scientific**): Έχει ως έργο την οργάνωση, την εξέλιξη και την τήρηση των μετρητικών προτύπων.

Μετρολογία, νομική (**metrology, legal**): Διασφαλίζει την ακρίβεια των μετρήσεων εκεί που οι μετρούμενες τιμές μπορούν να επηρεάσουν την υγεία, την ασφάλεια των πολιτών ή την διαφάνεια των οικονομικών συναλλαγών.

Μετρούμενο μέγεθος (**measurand**): Συγκεκριμένη ποσότητα, αντικείμενο μέτρησης.

Μονάδα μέτρησης (**measurement unit**): Μια συγκεκριμένη ποσότητα καθορισμένη και αποδεκτή κατά σύμβαση, με την οποία συγκρίνονται άλλες ποσότητες του αυτού είδους με σκοπό να εκφρασθεί το μέγεθός τους σχετικά με τη μονάδα αυτή.

Ολίσθηση (**Drift**): Αργή μεταβολή ενός μετρολογικού χαρακτηριστικού μετρητικού οργάνου.

Ονομαστική τιμή (**nominal value**): Στρογγυλοποιημένη ή προσεγγιστική τιμή χαρακτηριστική ενός μετρητικού οργάνου, έτσι ώστε ο χρήστης του οργάνου να προσανατολίζεται γρήγορα σχετικά με την ορθή χρήση του.

Όριο σφάλματος, μετρητικού οργάνου (**error limit for a measuring instrument**): Ακραίες τιμές επιτρεπόμενου σφάλματος βάσει προδιαγραφών, κανονισμών κλπ, για ένα δοσμένο όργανο.

Παράγωγο μέγεθος (**derived quantity**): Είναι ένα μέγεθος το οποίο ορίζεται σε ένα σύστημα άλλων μεγεθών, ως συνάρτηση βασικών – θεμελιωδών μεγεθών του εν λόγω συστήματος.

Παράγωγος μονάδα (**Derived unit**): Μονάδα συστήματος που προκύπτει ως συνάρτηση βασικών μονάδων.

Πιστοποιημένο υλικό αναφοράς (**CRM, certified reference material**): Υλικό αναφοράς, το οποίο συνοδεύεται από πιστοποιητικό, και διαθέτει μια ή περισσότερες ιδιότητες των οποίων οι τιμές είναι πιστοποιημένες μέσω διαδικασίας που διασφαλίζει ιχνηλασιμότητα στην ακριβή υλοποίηση των αντίστοιχων μονάδων, και για το οποίο κάθε πιστοποιημένη τιμή συνοδεύεται από μια δήλωση της αβεβαιότητάς της για δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης.

Πιστοποιητικό διακρίβωσης (**Calibration certificate**): Έγγραφο που περιέχει τα αποτελέσματα διακρίβωσης.

Πρότυπο αναφοράς (**Reference standard**): Πρότυπο γενικά της υψηλότερης μετρολογικής ποιότητας που είναι προσβάσιμο σε ένα συγκεκριμένο οργανισμό ή εργαστήριο, στο οποίο αναφέρονται όλες οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται με άλλα πρότυπα του ίδιου μεγέθους.

Πρότυπο ελέγχου (**Check standard**): Πρότυπο εργασίας για χρήση ελέγχων ρουτίνας με σκοπό τη διασφάλιση ορθών μετρήσεων.

Πρότυπο εργασίας (**working standard**): Πρότυπο που υπό κανονικές συνθήκες χρησιμοποιείται σε εργασίες ρουτίνας, για τη διακρίβωση ή τον έλεγχο υλικών σταθμών, μετρητικών οργάνων ή υλικών αναφοράς.

Πρότυπο μεταφοράς (**Transfer standard**): Πρότυπο που χρησιμοποιείται ως ενδιάμεσο για τη σύγκριση προτύπων.

Πρότυπο μέτρησης, διεθνές (**measurement standard, international**): Πρότυπο αναγνωρισμένο από εθνική απόφαση, κατάλληλο να λειτουργήσει στο εθνικό περιβάλλον ως η βάση για τον προσδιορισμό/απόδοση τιμών σε άλλα πρότυπα του εν λόγω μεγέθους.

Πρότυπο μέτρησης, εθνικό (**measurement standard, national**): Πρότυπο αναγνωρισμένο από διεθνή συμφωνία, κατάλληλο να λειτουργήσει στο διεθνές περιβάλλον ως η βάση για τον προσδιορισμό/απόδοση τιμών σε άλλα πρότυπα του εν λόγω μεγέθους.

Πρωτεύον εργαστήριο (**Primary Laboratory**): Εργαστήριο το οποίο πραγματοποιεί διεθνώς αναγνωρισμένη μετρολογική έρευνα, υλοποιεί και τηρεί πρότυπα στο υψηλότερο επίπεδο διεθνώς.

Πρωτεύον πρότυπο (**Primary standard**): Πρότυπο που αναγνωρίζεται ευρέως ότι έχει την υψηλότερη δυνατή μετρολογική ποιότητα ενώ η τιμή του είναι αποδεκτή χωρίς αναφορά σε άλλο πρότυπο του ίδιου μετρολογικού μεγέθους.

Πρωτεύον υλικό αναφοράς (**primary reference material**): Υλικό αναφοράς το οποίο διαθέτει τα βέλτιστα, από μετρολογική άποψη, ποιοτικά χαρακτηριστικά και του οποίου η τιμή καθορίστηκε με χρήση μιας πρωτεύουσας μεθόδου.

Πρωτεύουσα μέθοδος (**Primary method**): Μέθοδος στην υψηλότερη δυνατή μετρολογική ποιότητα, η οποία όταν εφαρμόζεται, μπορεί να περιγραφεί και να κατανοηθεί πλήρως. Για τη μέθοδο αυτή μπορεί να εφαρμοστεί ισοζύγιο αβεβαιοτήτων σε μονάδες του συστήματος SI, τα αποτελέσματα των οποίων είναι αποδεκτά χωρίς αναφορά σε άλλο πρότυπο.

Πρωτότυπο (**prototype**): Τεχνητό κατασκεύασμα το οποίο υλοποιεί - ορίζει μια μονάδα μέτρησης. π.χ. το πρότυπο 1 χιλιόγραμμα που φυλάσσεται στο Παρίσι, αποτελεί σήμερα το μοναδικό πρωτότυπο που υλοποιεί τη μονάδα της μάζας στο SI.

Ρύθμιση μετρητικού οργάνου (**Adjustment of a measuring instrument**): Διαδικασία που φέρει ένα μετρητικό όργανο σε λειτουργική κατάσταση, η οποία ικανοποιεί το σκοπό χρήσης του.

Σταθερά οργάνου (**Instrument constant**): Συντελεστής μετρητικού οργάνου που πρέπει να πολλαπλασιασθεί με την απευθείας μετρούμενη τιμή προκειμένου να δώσει την ένδειξη το όργανο.

Σταθερότητα (**Stability**): Η ικανότητα ενός μετρητικού οργάνου να διατηρεί σταθερά τα μετρολογικά του χαρακτηριστικά στο χρόνο.

Σύμβαση μέτρου (**Metre Convention**): Διεθνής σύμβαση του 1875 για τη διασφάλιση της χρήσης σε παγκόσμια κλίμακα ενός συστήματος μονάδων μέτρησης.

Συμβατική αληθινή τιμή (**Conventional true value**): Τιμή που αποδίδεται σε μία ποσότητα και γίνεται αποδεκτή, αρκετές φορές συμβατικά, με κατάλληλη αβεβαιότητα για το συγκεκριμένο σκοπό. Πολλές φορές αναφέρεται ως «βέλτιστη εκτίμηση της τιμής (best estimate of the value)», «συμβατική τιμή (conventional value)» ή «τιμή αναφοράς (reference value)».

Συνθήκες αναφοράς (**reference conditions**): Συνθήκες οι οποίες προκαθορίζονται για τον έλεγχο της απόδοσης – λειτουργίας ενός μετρητικού οργάνου ή για την αλληλοσύγκριση των αποτελεσμάτων μετρήσεων.

Συντελεστής διόρθωσης (**Correction factor**): Συντελεστής με τον οποίο πολλαπλασιάζεται το μη διορθωμένο αποτέλεσμα προκειμένου να ισοσκελίσει ένα συστηματικό σφάλμα.

Σύστημα μέτρησης (**Measuring system**): Πλήρης σειρά μετρητικών οργάνων και λοιπού εξοπλισμού σε συνδυασμό για την πραγματοποίηση συγκεκριμένων μετρήσεων.

Συστηματικό σφάλμα (**Systematic error**): Η διαφορά της μέσης τιμής που προκύπτει από έναν άπειρο αριθμό μετρήσεων ενός μεγέθους, οι οποίες διεξάγονται υπό συνθήκες επαναληψιμότητας από την αληθινή τιμή του μεγέθους.

Σφάλμα μέτρησης (**measuring error**): Το αποτέλεσμα της μέτρησης μείον την «αληθινή» τιμή του μεγέθους.

Σφάλμα μέτρησης, απόλυτο (**measuring error, absolute**): Χρησιμοποιείται ο όρος απόλυτο σφάλμα για να διακρίνεται από την έννοια του σχετικού σφάλματος.

Σφάλμα μετρητικού οργάνου, μέγιστο επιτρεπτό (**Error, largest permissible**): Ακραίες τιμές επιτρεπτού σφάλματος σύμφωνα με προδιαγραφές, κανονισμούς, κλπ. για ένα μετρητικό όργανο.

Σχετικό σφάλμα (**relative error**): Το σφάλμα της μέτρησης διαιρεμένο με την «αληθινή» τιμή του μεγέθους.

Τεχνητό αντικείμενο (**artefact**): Αντικείμενο κατασκευασμένο από ανθρώπινο χέρι. Παράδειγμα εφαρμογών τέτοιων αντικειμένων στη Μετρολογία αποτελούν το πρότυπο βάρος (μάζα) και η πρότυπη ράβδος (μήκος).

Τήρηση προτύπου (**Maintenance of a standard**): Σειρά μέτρων και ενεργειών για τη διατήρηση των μετρολογικών χαρακτηριστικών ενός προτύπου εντός καθορισμένων ορίων.

Τιμές αναφοράς (**reference values**): Συνήθως μέρος των συνθηκών αναφοράς ενός μετρητικού οργάνου.

Τιμή διόρθωσης (**Correction value**): Τιμή που προστίθεται στο μη διορθωμένο αποτέλεσμα μέτρησης για τον ισοσκελισμό ενός συστηματικού σφάλματος.

Τυπική απόκλιση – πειραματική (**standard deviation – experimental**): Η παράμετρος s για μια σειρά από n μετρήσεις του αυτού μεγέθους, η οποία χαρακτηρίζει τη διασπορά των αποτελεσμάτων και υπολογίζεται από τον αντίστοιχο τύπο υπολογισμού της τυπικής απόκλισης.

Τυχαίο σφάλμα (**random error**): Το αποτέλεσμα μιας μέτρησης μείον τη μέση τιμή που θα προέκυπτε από άπειρο αριθμό μετρήσεων του ίδιου μεγέθους και οι οποίες θα πραγματοποιούνταν κάτω από πανομοιότυπες επαναλήψιμες συνθήκες.

Υλικό αναφοράς (**reference material**): Υλικό ή ουσία του οποίου μία ή περισσότερες τιμές ιδιοτήτων είναι σε ικανοποιητικό βαθμό ομογενείς και καλά καθορισμένες έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διακρίβωση μιας συσκευής ή την αξιολόγηση μιας μεθόδου μέτρησης και τον προσδιορισμό των τιμών των αντίστοιχων ιδιοτήτων άλλων υλικών.

Υλικό μέτρο (**material measure**): Διάταξη η οποία σκοπό έχει να αναπαράγει ή παρέχει κατά τη διάρκεια της χρήσης της με ένα σταθερό/μόνιμο τρόπο, μία ή περισσότερες γνωστές τιμές ενός μεγέθους, π.χ. ένα βάρος, ένα πρότυπο πλακίδιο μήκους ή ένα υλικό αναφοράς.

Υποδιαίρεση κλίμακας (**scale division**): Τμήμα μιας κλίμακας μεταξύ δύο οποιονδήποτε διαδοχικών «χαραγών» της κλίμακας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β–Υποδείγματα Πιστοποιητικών Διακρίβωσης

Α) Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Πολυμέτρου

Β) Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Αισθητηρίου Δύναμης

Γ) Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Υδραργυρικού Θερμομέτρου

Δ) Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Προτύπου Βάρους

Ε) Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Ζυγού Πίεσης

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number : A1-05-xxxx



Εκδόθηκε από / Issued by :
Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας
Hellenic Institute of Metrology
Εργαστήριο Χαμηλών Συχνοτήτων
Laboratory of Low Frequency

ΒΙ.ΠΕ. Θεσσαλονίκης, Ο.Τ.45
Τ.Κ. 57022 – Θεσσαλονίκη
Industr. Area Thessaloniki, Block 45
GR 57022 Thessaloniki
Τηλ./Tel. +030 31 569999, Fax +030 31 569996
e-mail: mail@eim.org.gr

Πελάτης: <i>Customer:</i>	xxxxxxxxxx		
Κωδικός αντικειμένου: <i>Item Code:</i>	08/02-02/4		
Περιγραφή: <i>Description:</i>	Ψηφιακό Πολύμετρο <i>Digital Multimeter</i>		
Κατασκευαστής: <i>Manufacturer:</i>	Agilent		
Τύπος: <i>Type:</i>	3458A		
Αριθμός Σειράς: <i>Serial Number:</i>	xxxxxxxxxx		
Ημερομηνία Παραλαβής: <i>Date of receipt:</i>	31-10-2005		
Ημερομηνία Διακρίβωσης: <i>Date of Calibration:</i>	28-12-2005		
Σφραγίδα / <i>Seal</i> :	Ημερομηνία έκδοσης <i>Date of issue:</i>	Υπεύθυνος Διακρίβωσης / <i>Person Responsible:</i>	Υπεύθυνος Εργαστηρίου / <i>Laboratory Head:</i>

11/1/2006

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών.

Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number :A1-05-xxxx

Συνθήκες Διακρίβωσης : <i>Ambient Conditions :</i>	Από <i>From</i>	Έως <i>To</i>	Αβεβαιότητα <i>Uncertainty</i>
Θερμοκρασία – <i>Temperature</i> [°C] :	22	24	± 0,5
Σχετική Υγρασία – <i>Relative Humidity</i> [%]:	40	60	± 5
Πίεση Αέρα - <i>Air Pressure</i> [hPa] :			

Κατάσταση αντικειμένου προς διακρίβωση /Condition of object to be calibrated :

Η συσκευή παραλήφθηκε συσκευασμένη και σε καλή κατάσταση.

The device was received packed and in good condition.

Διαδικασία Διακρίβωσης / Calibration Procedure:

Η συσκευή αποθηκεύτηκε στον χώρο του εργαστηρίου για το απαιτούμενο χρονικό διάστημα πριν την έναρξη της διαδικασίας διακρίβωσης. Το χρονικό αυτό διάστημα καθορίζεται σύμφωνα με τον κατασκευαστή και δεν ήταν μικρότερο από 24 ώρες. Η συσκευή προθερμάνθηκε για 24 ώρες. Η διακρίβωση πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο που περιγράφεται στο εγχειρίδιο της κατασκευάστριας εταιρίας Hewlett-Packard. Για την διακρίβωση χρησιμοποιήθηκε ο διακριβωτής πολλών λειτουργιών Wavetek 4808 καθώς και η γεννήτρια συχνοτήτων 3325B της Hewlett-Packard.

The DUT was kept in the laboratory environment for the appropriate time prior to the calibration procedure. This time interval is determined by the manufacturer and it is not less than 24 hours. The instrument under test warmed up for 24 hours. The calibration was performed according to the manufacturer manual using the Multifunction Calibrator Wavetek 4808 and the 3325B Synthesizer/Function Generator.

Ιχνηλασιμότητα / Traceability:

Ο διακριβωτής πολλών λειτουργιών έχει Ιχνηλασιμότητα στα Διεθνή Πρότυπα του NPL (πιστοποιητικό Fluke 020101, F11211, 020102, F11212), ενώ η γεννήτρια συχνοτήτων στα Διεθνή Πρότυπα του NIST (πιστοποιητικό Agilent 82990212001)

The Multifunction Calibrator has traceability to the International Standards of NPL (certificate Fluke 020101, F11211, 020102, F11212), while the Function Generator to the International Standards of NIST (certificate Agilent 82990212001).

Αβεβαιότητα / Uncertainty:

Η αβεβαιότητα που αναφέρεται είναι το γινόμενο της τυπικής αβεβαιότητας (u) με τον συντελεστή κάλυψης $k = 2$ (διευρυμένη αβεβαιότητα) και προσδιορίστηκε σύμφωνα με το έντυπο «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements» (ISO 1995). Γενικώς, η τιμή της μετρούμενης ποσότητας περιέχεται στο προσδιοριζόμενο εύρος με πιθανότητα 95% περίπου. Η εκτίμηση της αναφερόμενης αβεβαιότητας δεν εμπεριέχει ενδεχόμενες μακροπρόθεσμες μεταβολές.

Reported is the expanded uncertainty which results from the standard uncertainty (u) by multiplication with the coverage factor $k = 2$. It has been evaluated according to the «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements» (ISO 1995). Generally, the value of the measuring quantity is found within the attributed interval with a probability of approximately 95%. The reported uncertainty does not include an estimate of long-term variations.

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών.

Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number :A1-05-xxxx

Αποτελέσματα Διακρίβωσης/ Calibration Results :

Τάση DC

Κλίμακα Συσκευής προς Διακρίβωση <i>Unit Under Test Range</i>		Ένδειξη Συσκευής προς Διακρίβωση <i>Unit Under Test Reading</i>		Limit (Std)	
Short	100 mV	-0,00106	mV	0,00106	mV
Short	1 V	-0,00000101	V	0,00000106	V
Short	10 V	-0,0000019	V	0,0000023	V
Short	100 V	0,000003	V	0,000036	V
Short	1000 V	0,00001	V	0,00010	V

Κλίμακα Συσκευής προς Διακρίβωση <i>Unit Under Test Range</i>	Ένδειξη Προτύπου <i>Standard Reading</i>	Ένδειξη Συσκευής προς Διακρίβωση <i>Unit Under Test Reading</i>	Διαφορά Difference	Αβεβαιότητα <i>Uncertainty (k = 2)</i> (±)
100 mV	100,00013 mV	99,99777 mV	0,00223 mV	1,10 μV
1 V	0,9999981 V	0,9999951 V	0,0000030 V	12,5 μV
10 V	0,999998 V	0,999995 V	-0,000003 V	13 μV
10 V	-9,999981 V	-1,000001 V	-0,000008 V	13 μV
10 V	-9,999979 V	-9,999983 V	-0,000004 V	28 μV
10 V	9,999983 V	9,999975 V	0,000008 V	28 μV
100 V	99,99983 V	99,99952 V	-0,00003 V	0,45 mV
1000 V	1000,0030 V	1000,0024 V	-0,0001 V	5,5 mV

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών.

Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number :A1-05-xxxx

Ρεύμα DC

Κλίμακα Συσκευής προς Διακρίβωση <i>Unit Under Test Range</i>		Ένδειξη Συσκευής προς Διακρίβωση <i>Unit Under Test Reading</i>		Limit (Std)	
Open	100 μ A	0,00010	μ A	0,00095	μ A
Open	1 mA	0,0000002	mA	0,0000065	mA
Open	10 mA	0,000001	mA	0,000065	mA
Open	100 mA	0,00001	mA	0,00065	mA
Open	1 A	-0,0000002	mA	0,0000115	A

Κλίμακα Συσκευής προς Διακρίβωση <i>Unit Under Test Range</i>	Ένδειξη Προτύπου <i>Standard Reading</i>	Ένδειξη Συσκευής προς Διακρίβωση <i>Unit Under Test Reading</i>	Διαφορά Difference	Αβεβαιότητα <i>Uncertainty (k = 2)</i> ($\pm$)
100 μ A	99,9988 μ A	99,9995 μ A	0,00070 μ A	8,0 nA
1 mA	0,999995 mA	1,000003 mA	0,0000084 mA	40 nA
10 mA	9,99996 mA	9,99992 mA	-0,000038 mA	0,40 μ A
100 mA	99,9985 mA	99,9977 mA	0,00081 mA	4,0 μ A
1 A	1,000059 A	1,000109 A	0,00005 A	95 μ A

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών.

Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number :A1-05-xxxx

Τάση AC

Κλίμακα Συσκευής προς Διακρίβωση Unit Under Test Range	Ένδειξη Προτύπου Standard Reading		Ένδειξη Συσκευής προς Διακρίβωση Unit Under Test Reading	Διαφορά Difference	Αβεβαιότητα Uncertainty (k = 2) (±)
100 mV	100 mV	1 kHz	99,99759 mV	0,0013 mV	18,00 μV
1 V	1 V	1 kHz	0,999984 V	-0,00001 V	60 μV
10 V	1 V	1 kHz	1,000002 V	-0,00003 V	57 μV
10 V	10 V	20 kHz	9,99324 V	0,00676 V	1,15 mV
10 V	10 V	1 kHz	9,99981 V	-0,00003 V	0,55 mV
10 V	10 V	20 kHz	9,99996 V	0,00004 V	0,55 mV
10 V	10 V	100 kHz	9,98784 V	0,01229 V	1,20 mV
10 V	10 V	1 MHz	10,00140 V	-0,01425 V	16,00 mV
100 V	100 V	1 kHz	99,9995 V	-0,0029 V	6,5 mV
1000 V	700 V	1 kHz	699,860 V	0,140 V	46 mV

Συχνότητα

Κλίμακα Συσκευής προς Διακρίβωση Unit Under Test Range	Ένδειξη Προτύπου Standard Reading	Ένδειξη Συσκευής προς Διακρίβωση Unit Under Test Reading	Διαφορά Difference	Αβεβαιότητα Uncertainty (k = 2) (±)
1 Hz	10 Hz	1,0000074 Hz	0,00001 Hz	12,6 μHz
10 MHz	10 MHz	10,00002 MHz	-0,00002 MHz	0,05 KHz

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών.

Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number : A1-05-xxxx

Αντίσταση

Ονομαστική Τιμή <i>Nominal Value</i>	Κλίμακα Συσκευής προς Διακρίβωση <i>Unit Under Test Range</i>	Τιμή Πρότυπης Αντίστασης <i>Standard Resistor Value</i>	Ένδειξη Συσκευής προς Διακρίβωση <i>Unit Under Test Reading</i>	Διαφορά <i>Difference</i>	Αβεβαιότητα <i>Uncertainty</i> (k = 2) (±)
0 Ω	0 Ω	0 Ω	-0,00002 Ω	0,00002 Ω	0,02 mΩ
10 Ω	10 Ω	10,000103 Ω	9,999953 Ω	0,00015 Ω	0,200 mΩ
100 Ω	100 Ω	99,99840 Ω	99,99714 Ω	-0,0013 Ω	0,80 mΩ
1 kΩ	1 kΩ	1,0000259 kΩ	1,0000255 kΩ	0,000000 kΩ	8,0 mΩ
10 kΩ	10 kΩ	10,000354 kΩ	10,000335 kΩ	0,00002 kΩ	70 mΩ
100 kΩ	100 kΩ	100,00289 kΩ	100,00354 kΩ	0,0007 kΩ	0,90 Ω
1 MΩ	1 MΩ	1,0000475 MΩ	1,0000463 MΩ	-0,000001 MΩ	22,0 Ω
10 MΩ	10 MΩ	10,001144 MΩ	10,001181 MΩ	0,00004 MΩ	420 Ω

Παρατηρήσεις / Comments

Για τη μέτρηση της αντίστασης χρησιμοποιήθηκε συνδεσμολογία 4 αγωγών / For the resistance measurement we used a 4 terminal connection.

Τέλος Πιστοποιητικού Διακρίβωσης / End of Calibration Certificate

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών.

Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number : Δ7/05-XXX



Εκδόθηκε από / Issued by :
Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας
Hellenic Institute of Metrology
Εργαστήριο Δύναμης
Laboratory of Force

ΒΙ.ΠΕ. Θεσσαλονίκης, Ο.Τ. 45
Τ.Κ. 57022 - Θεσσαλονίκη
Industr. Area Thessaloniki, Block 45
GR 57022 Thessaloniki
Τηλ./Tel. +30 2310 569 999, Fax +30 2310 569 996
e-mail: mail@eim.org.gr

Πελάτης:
Customer:

Κωδικός αντικειμένου Item Code	6/02-05/1
-----------------------------------	-----------

Περιγραφή: Description:	Δυναμοκυψέλη 50 kN (εφελκυσμό) Load cell 50 kN (tension)
----------------------------	---

Κατασκευαστής: Manufacturer:	AEP INSTRUMENTS
---------------------------------	------------------------

Τύπος: Type:	TS
-----------------	----

Αριθμός Σειράς: Serial Number:	XXX
-----------------------------------	-----

Ημερομηνία Παραλαβής: Date of receipt:	07-02-05
---	----------

Ημερομηνία Διακρίβωσης: Date of Calibration:	07-02-05
---	----------

Σφραγίδα / Seal :	Ημερομηνία έκδοσης / Date of issue: 11-02-05	Υπογραφή / Signature :
-------------------	---	------------------------

Προϊστάμενος Εργαστηρίου Δύναμης

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number :Δ7/05-XXX

Κατάσταση αντικειμένου προς διακρίβωση /Condition of object to be calibrated :

Η προς διακρίβωση δυναμοκυψέλη καθώς και η διάταξη ένδειξης που προσκομίστηκαν από τον πελάτη, μετά από οπτικό έλεγχο βρέθηκαν σε καλή κατάσταση και καταγράφηκαν τα εξής χαρακτηριστικά:

The load cell under calibration as well as the indication device delivered by the client, were found to be in good condition during visual inspection, and the following features have been reported:

1. Στοιχεία δυναμοκυψέλης

Load cell data

Ένδειξη μηδενός: -0,18 kN
Zero signal

Παρελκούμενα – βοηθήματα συναρμογής: Διάταξη μεταφοράς δύναμης του Εργαστ. Δύναμης
Accessories- mounting components Tension assembly of the Force Lab

2. Στοιχεία ενδείκτη (ιδιοκτησία πελάτη)

Indicator data (client's property)

Ταυτότητα ενδείκτη: AEP INSTRUMENTS, MP-2C, 6266 XXXX
Indicator identity

Κανάλι: -
Channel

Τιμή ελέγχου-διακρίβωσης: -
Calibration value

Επιλογή φίλτρου: n/a
Filter choice

Διακριτική ικανότητα: 0,01 kN
Resolution

Τάση τροφοδοσίας γέφυρας: 5 V AC
Bridge excitation voltage

Κλίμακα μέτρησης: n/a
Measuring range

3. Στοιχεία καλώδιου σύνδεσης

Connection cable data

Μήκος (ενσωματωμένο): 3,0 m
Length (fixed)

Πρόεκταση (του ενδείκτη): -
Extension (indicator's)

Τύπος καλωδίου: 6-κλωνο/6-core
Cable type

Τύπος συνδετήρα: -
Connector type

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number : Δ7/05-XXX

Διαδικασία Διακρίβωσης / Calibration Procedure:

Η διακρίβωση πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το Διεθνές Πρότυπο ISO 376, ως εξής:

- 3 φορές προφόρτιση στην ονομαστική δυναμικότητα του αισθητηρίου, στην υπό δοκιμή διεύθυνση άσκησης δύναμης
- 2 σειρές μετρήσεων σε αύξουσα διάταξη δυνάμεων: Σειρά 1, Σειρά 2 σε αμετάβλητη θέση (0°)
- 2 σειρές μετρήσεων σε αύξουσα και φθίνουσα διάταξη δυνάμεων: Σειρά 3 σε θέση συναρμογής 120° ως προς τη θέση αναφοράς, Σειρά 4 σε θέση συναρμογής 240°
- το αισθητήριο φορτίστηκε μια φορά στην ονομαστική δυναμικότητα πριν από τη Σειρά 3 και απομακρύνθηκε από τη διάταξη διακρίβωσης επανατοποθετήθηκε και φορτίστηκε μια φορά στην ονομαστική δυναμικότητα πριν από τη Σειρά 4.

The calibration was performed according to the International Standard ISO 376, as follows:

- 3 times preloading, up to the nominal capacity of the transducer, with respect to the force direction concerned
- 2 series of measurements at increasing force: Series 1, Series 2 in unchanged position (0°)
- 2 series of measurement at increasing and decreasing force: Series 3 in a 120° mounting position, Series 4 in a 240° mounting position
- the transducer was one time loaded up to the nominal capacity before measurement run Series 3 and removed from the calibration device, reinstalled and one time loaded up to the nominal capacity before measurement run Series 4.

Ιχνηλασιμότητα / Traceability:

Η Πρότυπη Μηχανή Δύναμης που χρησιμοποιήθηκε για τη διακρίβωση, αποτελεί το Εθνικό Πρότυπο υλοποίησης του μεγέθους Δύναμη σε επίπεδο πρωτεύοντος προτύπου, εξασφαλίζοντας με τον τρόπο αυτό ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI).

Η Σχετική Διευρυμένη Αβεβαιότητα της Μηχανής είναι:

$\leq 20 \text{ ppm (1kN – 110 kN),}$

$\leq 100 \text{ ppm (100kN – 1.100 kN)}$

The Force Standard Machine used for the calibration is the National Standard for the realization of the measurant Force at primary level, thus ensuring traceability of measurements to the International System of Units (SI).

The Relative Expanded Uncertainty of the Machine is:

$\leq 20 \text{ ppm (1kN – 110 kN),}$

$\leq 100 \text{ ppm (100kN – 1.100 kN)}$

Αβεβαιότητα / Uncertainty:

Η αβεβαιότητα που αναφέρεται είναι το γινόμενο της τυπικής αβεβαιότητας u με τον συντελεστή κάλυψης $k = 2$ (διευρυμένη αβεβαιότητα) και προσδιορίστηκε σύμφωνα με το έντυπο «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements» (ISO 1995). Γενικώς, η τιμή της μετρούμενης ποσότητας περιέχεται στο προσδιοριζόμενο εύρος με πιθανότητα 95% περίπου. Η εκτίμηση της αναφερόμενης αβεβαιότητας δεν εμπεριέχει ενδεχόμενες μακροπρόθεσμες μεταβολές.

Reported is the expanded uncertainty which results from the standard uncertainty u by multiplication with the coverage factor $k = 2$. It has been evaluated according to the «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements» (ISO 1995). Generally, the value of the measuring quantity is found within the attributed interval with a probability of approximately 95%. The reported uncertainty does not include an estimate of long-term variations.

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών.

Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number : Δ7/05-XXX

Συνθήκες Διακρίβωσης <i>Ambient Conditions</i>	Από <i>From</i>	Έως <i>To</i>	Αβεβαιότητα <i>Uncertainty</i>
Θερμοκρασία – <i>Temperature</i> [°C] :	18,2	18,5	0,2
Σχετική Υγρασία – <i>Relative Humidity</i> [%]:	20	25	3
Πίεση Αέρα - <i>Air Pressure</i> [hPa] :	1005	1005	1

Αποτελέσματα Διακρίβωσης / Calibration Results :

Λειτουργία συμπίεσης / *compression mode*

Πίνακας 1/ Table 1: Ενδείξεις σε kN / Readings in

Δύναμη σε kN Force in kN	Σειρά 1 Series 1	Σειρά 2 Series 2	Σειρά 3 Series 3	Σειρά 4 Series 4
	(0°)	(0°)	(120°)	(240°)
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	4,99	4,99	4,99	4,99
10	9,98	9,99	9,98	9,98
15	14,98	14,98	14,98	14,98
20	19,98	19,98	19,98	19,98
25	24,98	24,98	24,97	24,98
30	29,98	29,98	29,98	29,98
35	34,98	34,98	34,98	34,98
40	39,99	39,99	39,98	39,98
45	44,99	44,99	44,99	44,99
50	50,00	50,00	49,99	49,99
45	----	----	45,00	45,00
40	----	----	40,00	40,00
35	----	----	35,00	35,00
30	----	----	30,00	30,00
25	----	----	25,00	25,00
20	----	----	20,00	20,00
15	----	----	15,00	15,00
10	----	----	10,00	10,00
5	----	----	5,00	5,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00

Οι ενδείξεις είναι διορθωμένες ως προς την ένδειξη απουσία φορτίου.

The readings are reduced by the reading at no load.

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number :Δ7/05-XXX

Πίνακας 2/ Table 2: Σχετικό σφάλμα του μηδενός ως προς τη μέγιστη δύναμη διακρίβωσης /
Zero error relative to max. Calibration force

	Σειρά 1 Series	Σειρά 2 Series	Σειρά 3 Series	Σειρά 4 Series
	1	2	3	4
Διαφορές απουσία φορτίου % Differences at no load %	0,00	0,00	0,00	0,00

Πίνακας 3/ Table 3: Μέσες τιμές σε kN, σχετικό σφάλμα παρεμβολής / Mean values, relative
Interpolation error

Δύναμη σε kN Force in kN	Αριθμητικός μέσος Arithmetic mean Σειρές /Series 1;2	Αριθμητικός μέσος Arithmetic mean Σειρές /Series 1;3;4	Πολυώνυμο 3ης τάξης 3rd order polynomial	Σφάλμα παρεμβολής Interpolation error %	Διόρθωση Corr ection kN
0	0,00	0,00	0,00	---	0,0
5	4,99	4,99	4,99	0,000	0,01
10	9,99	9,98	9,98	0,000	0,02
15	14,98	14,98	14,98	0,000	0,02
20	19,98	19,98	19,98	0,000	0,02
25	24,98	24,98	24,98	0,000	0,02
30	29,98	29,98	29,98	0,000	0,02
35	34,98	34,98	34,98	0,000	0,02
40	39,99	39,98	39,98	0,000	0,02
45	44,99	44,99	44,99	0,000	0,01
50	50,00	49,99	49,99	0,000	0,01

Όλα τα αποτελέσματα έχουν στρογγυλοποιηθεί στο τελευταίο δεκαδικό.
All results are rounded in the last decimal.

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number :Δ7/05-XXX

Πίνακας 4/ Table 4: Σχετικά σφάλματα επαναληψιμότητας, υστέρησης, αβεβαιότητα της διακρίβωσης / Relative repeatability, reversibility error, uncertainty of calibration.

Δύναμη σε kN Force in kN	Σφάλμα επαναληψιμ. Αμετάβλητη θέση Repeatability error Unchanged position	Σφάλμα επαναληψιμ. Διάφορες θέσεις Repeatability error Different position	Σφάλμα υστέρησης Reversibility error	Σχ. αβεβ. Διακρίβωσης Rel. uncert. of cal.
	%	%	%	%
5	0,000	0,000	0,200	0,164
10	0,100	0,000	0,200	0,142
15	0,000	0,000	0,134	0,086
20	0,000	0,000	0,100	0,065
25	0,000	0,040	0,100	0,068
30	0,000	0,000	0,067	0,043
35	0,000	0,000	0,057	0,037
40	0,000	0,025	0,050	0,037
45	0,000	0,000	0,022	0,018
50	0,000	0,020	0,000	0,018

Οι τιμές αβεβαιότητας υπολογίζονται σύμφωνα με την αναφορά EA – 10/04. Οι τιμές αβεβαιότητας ισχύουν μόνο εφόσον ο χρήστης χρησιμοποιεί την καμπύλη παρεμβολής (οι συντελεστές μετατροπής για λειτουργία συμπίεσης παρουσιάζονται στη σελίδα 7), ή πραγματοποιεί τις απαραίτητες διορθώσεις των ενδείξεων της μετρητικής διάταξης, σύμφωνα με τον πίνακα 3.

The uncertainty values are calculated according to reference EA – 10/04. The stated uncertainty values are valid only if the user implements the interpolation curve (the conversion coefficients for compression mode are shown in page 7), or makes the necessary correction of the indicated values of the measuring device, according to table 3.

Πίνακας 5/ Table 5: Κατάταξη σε κλάση ακρίβειας σύμφωνα με το πρότυπο ISO 376 / Classification according to ISO 376 standard

	Περιοχή τιμών / Range			Κλάση / Class	Σχ.αβεβ./Rel.unc.
από/from	5 kN	έως/to	50 kN	2	0,16
από/from	10 kN	έως/to	50 kN	2	0,14
από/from	15 kN	έως/to	50 kN	1	0,09
από/from	20 kN	έως/to	50 kN	1	0,07
από/from	25 kN	έως/to	50 kN	0,5	0,07

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number :Δ7/05-XXX

Η καμπύλη παρεμβολής είναι πολυώνυμο 3^{ης} τάξης και προκύπτει με χρήση της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων. Οι συντελεστές μετατροπής είναι οι ακόλουθοι:

The interpolation curve is the fitted curve with a 3rd order polynomial using the method of the least squares. The conversion coefficients are the following:

$$A_1 = 1.00228E+00$$

$$B_1 = 9.97721E-01$$

$$A_2 = -6.66671E-05$$

$$B_2 = 6.64920E-05$$

$$A_3 = 4.75197E-07$$

$$B_3 = -4.72893E-07$$

$$F = A_1 \cdot I + A_2 \cdot I^2 + A_3 \cdot I^3$$

και/and

$$I = B_1 \cdot F + B_2 \cdot F^2 + B_3 \cdot F^3$$

όπου I είναι η ένδειξη της μετρητικής συσκευής στην εφαρμοζόμενη δύναμη F (I σε kN, F σε kN)

with I being the indication of the measuring device at applied force F (I in kN, F in kN).

Παρατηρήσεις / Comments:

Σε περίπτωση αμφιβολιών, έγκυρο είναι το Ελληνικό κείμενο του παρόντος πιστοποιητικού.

In case of doubts the Greek text of this Certificate is valid.

Τέλος Πιστοποιητικού Διακρίβωσης / End of Calibration Certificate

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών.

Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

Έκδ: 1-Ιαν.2000/ Iss: 1-Jan. 2000

Σελίδα / Page 7 από / of 7

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / *Certificate number* :D9-06-XXX

Αριθμός σειράς οργάνου / *Instrument serial No*: XXXX



Εκδόθηκε από / *Issued by* :
Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας
Hellenic Institute of Metrology
Εργαστήριο Θερμοκρασίας
Laboratory of Temperature

ΒΙ.ΠΕ. Θεσσαλονίκης, Ο.Τ. 45,
Τ.Κ. 57022 Σίνδος, Θεσσαλονίκη
Industr. Area Thessaloniki, Block 45
GR 57022 Sindos, Thessaloniki
Τηλ./Tel. +030 2310 569999, Fax +030 2310 569996
e-mail: mail@eim.org.gr

Πελάτης / *Customer*:

Κωδικός αντικειμένου / <i>Item Code</i>:	18/03-06/68
Περιγραφή: <i>Description:</i>	Θερμόμετρο Υδραργύρου, εύρος κλίμακας: 50 έως 100 °C, διαγράμμιση κλίμακας: 0,5°C, μερικής βύθισης: 3 inch <i>Mercury in glass thermometer, scale range: 50 to 100 °C</i> <i>scale division: 0,5°C, partial immersion: 3 inch</i>
Κατασκευαστής / <i>Manufacturer</i> :	BAIRD & TATLOCK British make N/F
Τύπος / <i>Type</i> :	ZECOL
Αριθμός Σειράς / <i>Serial Number</i> :	XXXXXX
Ημερομηνία Παραλαβής / <i>Date of receipt</i> :	29/03/06
Ημερομηνία Διακρίβωσης: <i>Date of Calibration</i> :	14/04/06
Σφραγίδα / <i>Seal</i> :	Ημερομηνία έκδοσης / <i>Date of issue</i> : 02/05/06
	Υπογραφή / <i>Signature</i> :

Υπεύθυνη Εργαστηρίου / *Laboratory Head*

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number :D9-06-XXX

Αριθμός σειράς οργάνου / Instrument serial No: XXXX

Διακρίβωση θερμομέτρου Υδραργύρου με τη μέθοδο της σύγκρισης / Comparison calibration of Mercury in glass thermometer

1. Κατάσταση αντικειμένου προς διακρίβωση / Condition of object to be calibrated

Το θερμόμετρο κατά την παραλαβή ήταν σε καλή κατάσταση / the thermometer is in good condition

2. Συνθήκες εργαστηρίου διακρίβωσης / Laboratory ambient conditions

Θερμοκρασία / Temperature: $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$

Σχετική Υγρασία / Relative Humidity: $45 \pm 10\% \text{ R.H.}$

3. Διαδικασία Διακρίβωσης / Calibration Procedure

Το θερμόμετρο διακριβώθηκε μέσω σύγκρισης των ενδείξεών του με τις θερμοκρασιακές ενδείξεις από δύο θερμόμετρα αναφοράς. Η σύγκριση έγινε μέσα σε συνεχώς αναδευόμενο λουτρό νερού. Το θερμόμετρο διακριβώθηκε σε συνθήκες μερικής βύθισης της στήλης του υδραργύρου στο υγρό του λουτρού βαθμονόμησης (3 inches, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του). Ως θερμόμετρα αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν δύο θερμόμετρα αντιστάσεως Λευκόχρυσου, ονομαστικής αντιστάσεως 100Ω, στους $0,01^{\circ}\text{C}$.

The thermometer was calibrated by comparison using two standard Platinum resistance thermometers as a reference. The comparison was performed in a continuously stirred water bath. The thermometer was calibrated under conditions of partial immersion in the liquid bath (3 inches, according to its specifications). The reference thermometers used have a nominal resistance value of 100 Ohms at $0,01^{\circ}\text{C}$.

4. Ιχνηλασιμότητα / Traceability

Τα πρότυπα θερμόμετρα αντιστάσεως Λευκόχρυσου που χρησιμοποιήθηκαν σαν αναφορά (Αρ. Σειράς: 24000/1 & 24000/2), έχουν πιστοποιητικά διακρίβωσης με ιχνηλασιμότητα στα Εθνικά πρότυπα της Ελλάδας.

The reference standard Platinum resistance thermometers used (Serial No: 24000/1 & 24000/2) bear calibration certificates traceable to the national standards of Greece.

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number :D9-06-XXX

Αριθμός σειράς οργάνου / Instrument serial No: XXXX

5. Αβεβαιότητα / Uncertainty

Η διευρυμένη αβεβαιότητα που αναφέρεται είναι το γινόμενο της τυπικής αβεβαιότητας (u) με τον συντελεστή κάλυψης $k = 2$ και παρέχει επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Προσδιορίζεται σύμφωνα με το έντυπο «Guide to the expression of uncertainty in measurement» (ISO, Geneva, 1995).

Περιλαμβάνει την αβεβαιότητα της θερμοκρασίας αναφοράς και την αβεβαιότητα του οργάνου υπό διακρίβωση.

Αφορά τις μετρήσεις κατά την διάρκεια της διακρίβωσης και δεν περιέχει ενδεχόμενες μακροπρόθεσμες μεταβολές του οργάνου. Είναι ευθύνη του χρήστη να προσδιορίσει τις μεταβολές αυτές καθώς και την αβεβαιότητα μέτρησης του οργάνου στις εκάστοτε συνθήκες χρήσης του.

The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty (u) multiplied by a coverage factor $k = 2$, providing a confidence level of 95%. It has been evaluated in accordance to the «Guide to the expression of uncertainty in measurement» (ISO, Geneva, 1995).

It includes the reference temperature uncertainty and the instrument under test uncertainty.

It applies at the time of the calibration only. It is the user's responsibility to determine the long term drift and the uncertainty under the actual conditions of use.

6. Αποτελέσματα Διακρίβωσης/ Calibration Results

Ένδειξη του προς διακρίβωση θερμομέτρου (°C)	Διόρθωση ένδειξης (°C)	Θερμοκρασία εξέχουσας στήλης υδραργύρου* (°C)	Αβεβαιότητα μέτρησης (2u)
<i>Temperature reading of the thermometer under calibration (°C)</i>	<i>Indication correction (°C)</i>	<i>Emergent liquid column temperature * (°C)</i>	<i>Measurement uncertainty (2u)</i>
60,00	-0,15	42	±0,10°C
99,00	-0,25	65	±0,10°C

*Σε περίπτωση που το όργανο χρησιμοποιηθεί σε διαφορετική θερμοκρασία εξέχουσας στήλης, από αυτή που αναφέρεται στο πιστοποιητικό διακρίβωσης, πρέπει να γίνει μία πρόσθετη διόρθωση στην ένδειξη του θερμομέτρου, με βάση την εξίσωση

$C = nk(T_{\text{cert}} - T_{\text{user}})$ όπου :

n = ο αριθμός των βαθμών της εξέχουσας στήλης

k = ο συντελεστής διαστολής του υδραργύρου σε γυαλί ($=0,00016 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)

T_{cert} = η τιμή (θερμοκρασία εξέχουσας στήλης) από το πιστοποιητικό διακρίβωσης

T_{user} = η θερμοκρασία εξέχουσας στήλης κατά τη χρήση

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών.

Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number : Δ6-05-XXX



Εκδόθηκε από / Issued by :
Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας
Hellenic Institute of Metrology
Εργαστήριο Μάζας
Mass Laboratory

ΒΙ.ΠΕ. Θεσσαλονίκης, Ο.Τ. 45
Τ.Κ. 57022 – Θεσσαλονίκη
Industr. Area Thessaloniki, Block 45
GR 57022 Thessaloniki
Τηλ./Tel. +30 2310 569 999, Fax +30 2310 569 996
e-mail: mail@eim.org.gr

Πελάτης:

Customer:

Κωδικός αντικειμένου: 41/06-05/03

Item Code:

Περιγραφή: Πρότυπο βάρος 1 kg.

Description: *Weight standard 1 kg.*

Κατασκευαστής: METTLER-TOLEDO

Manufacturer:

Τύπος: OIML ανοξ. χάλυβας

Type: **OIML stainless steel**

Αριθμός Σειράς: XXXX

Serial Number:

Ημερομηνία Παραλαβής: 06.06.05

Date of Receipt:

Ημερομηνία Διακρίβωσης: 08.06.05

Date of Calibration:

Σφραγίδα / Seal :

Ημερομηνία έκδοσης
Date of issue:

Υπογραφή / Signature

27.06.05

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.
This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number :Δ6-05-XXX

Κατάσταση αντικειμένου προς διακρίβωση /Condition of object to be calibrated :

Τα πρότυπα βάρη είναι σε καλή κατάσταση.

The weight standards are in good condition.

Διαδικασία Διακρίβωσης / Calibration Procedure:

Το πρότυπο βάρος αποθηκεύτηκε στον χώρο του εργαστηρίου για κατάλληλο χρονικό διάστημα πριν την έναρξη της διαδικασίας διακρίβωσης. Η διακρίβωση πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο της συγκριτικής ζύγισης με αντικατάσταση. Δεν χρησιμοποιήθηκε διόρθωση λόγω άνωσης στον προσδιορισμό της συμβατικής μάζας. Για την σύγκριση χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα πρότυπα βάρη αναφοράς. Η πυκνότητα του προτύπου βάρους εκτιμήθηκε από το υλικό κατασκευής ως $7950 \pm 140 \text{ kg/m}^3$. Η αβεβαιότητα της πυκνότητας αναφέρεται με επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ($k=2$) περίπου.

The weight standard was stored in the laboratory environment for the appropriate time prior to the calibration procedure. The calibration was performed by comparison weighting by substitution. Conventional mass is reported without air buoyancy correction. The comparison was performed by using appropriate reference weight standards. The density of the weight standard was estimated from the manufacture material as $7950 \pm 140 \text{ kg/m}^3$. The uncertainty of the density is reported at a 95% confidence level ($k=2$) approximately.

Ιχνηλασιμότητα / Traceability:

Τα πρότυπα βάρη αναφοράς έχουν ιχνηλασιμότητα στο Διεθνές Πρότυπο Μάζας 1 kg.

The reference weight standards used have traceability to the International Mass Standard of 1 kg.

Ονομαστική Τιμή <i>Nominal Value</i>	Τάξη OIML <i>OIML Class*</i>	Αριθμός Πιστοποιητικού <i>Certificate Number</i>	Αριθμός Σειράς <i>Serial Number</i>
1 mg...5 kg	“E1”	DKD-K-08601/526/02-12	9407 EJ

*Οι αβεβαιότητες των προτύπων βαρών αναφοράς με την ένδειξη “E1” είναι σύμφωνες με την κλάση E1.

The uncertainty of the reference weight standards with the indication “E1” is in compliance with E1 class.

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών.

Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number : Δ6-05-XXX

Αβεβαιότητα / Uncertainty:

Η αβεβαιότητα που αναφέρεται είναι το γινόμενο της τυπικής αβεβαιότητας (u) με τον συντελεστή κάλυψης $k = 2$ (διευρυμένη αβεβαιότητα) και προσδιορίστηκε σύμφωνα με το έντυπο «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements» (ISO 1995). Γενικώς, η τιμή της μετρούμενης ποσότητας περιέχεται στο προσδιοριζόμενο εύρος με πιθανότητα 95% περίπου. Η τυπική αβεβαιότητα υπολογίστηκε από συνεισφορές που προέρχονται από την αβεβαιότητα των χρησιμοποιούμενων προτύπων βαρών, την αβεβαιότητα της ζύγισης και την αβεβαιότητα της διόρθωσης λόγω άνωσης του αέρα. Η εκτίμηση της αναφερόμενης αβεβαιότητας δεν εμπεριέχει ενδεχόμενες μακροπρόθεσμες μεταβολές. Οι συμμεταβλητότητες γενικώς δεν λαμβάνονται υπόψη και για τον λόγο αυτό οι αβεβαιότητες κάποιου συνδυασμού προτύπων προστίθενται σύμφωνα με την σχέση $u_g = \sum u_i$, όπου u_g η συνολική αβεβαιότητα και u_i οι αβεβαιότητες των χρησιμοποιηθέντων προτύπων.

Reported is the expanded uncertainty which results from the standard uncertainty (u) by multiplication with the coverage factor $k = 2$. It has been evaluated according to the «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements» (ISO 1995). Generally, the value of the measured quantity is found within the attributed interval with a probability of approximately 95%. The standard uncertainty was calculated from the contributions of uncertainty originating from the standards used, the weighing process and the air buoyancy correction. The reported uncertainty does not include an estimate of long-term variations. Co-variances are generally not reported, therefore the uncertainties for combinations of weights are added according to $u_g = \sum u_i$, with u_g the total uncertainty and u_i the uncertainties of the weights used.

Αποτελέσματα Διακρίβωσης/ Calibration Results :

Ονομαστική Τιμή Nominal Value	Σήμανση Marking	Συμβατική Μάζα Conventional Mass	Αβεβαιότητα ($k=2$) Uncertainty ($k=2$)	Μέσες Περιβαλλοντικές Συνθήκες		
				Θερμ. ($^{\circ}\text{C}$)	%Σχ. Υγρ.	Ατμ. Πίεση (hPa)
			[mg]	$\pm 0,2$	$\pm 1,5$	$\pm 0,3$
1 kg	Καμία None	1kg + 0,88 mg	0,50	23,1	57,5	1011,4

Παρατηρήσεις/ Comments:

Η τιμή της συμβατικής μάζας των προτύπων βαρών είναι σύμφωνη με το μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα της τάξης ακρίβειας E2 κατά την σύσταση OIML-R 111 (εκδ. 1994).

The conventional mass value of the weight pieces is in accordance with the maximum permissible error of accuracy class E2 according to the recommendation OIML-R 111 (ed. 1994).

Τέλος Πιστοποιητικού Διακρίβωσης / End of Calibration Certificate

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών.
Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.
This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number: Δ10-05-XXX



Εκδόθηκε από / Issued by :
Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας
Hellenic Institute of Metrology
Εργαστήριο Πίεσης
Pressure Laboratory

ΒΙ.ΠΕ. Θεσσαλονίκης, Ο.Τ. 45,
Τ.Κ. 57022 - Θεσσαλονίκη
Industr. Area Thessaloniki, Block 45,
GR 57022 Thessaloniki
Τηλ./Tel. +030 2310 569999, Fax +030 2310
569996
e-mail: mail@eim.org.gr

Πελάτης:
Customer:

Κωδικός αντικειμένου
Item Code

36/5-05/1

Περιγραφή:

Description:

Μανόμετρο σφαιριδίου νεκρού φορτίου, έως
30 psig (200 kPa) διαφορική πίεση
Deadweight ball gage, up to 30 psig (200
kPa) gage pressure

Κατασκευαστής:
Manufacturer:

AMETEK Calibration Instruments

Τύπος:
Type:

PK 2-201N-SS

Αριθμός Σειράς:
Serial Number:

XXXX

Ημερομηνία Παραλαβής:
Date of receipt:

18.05.05

Ημερομηνία Διακρίβωσης:
Date of Calibration:

08.06.05

Σφραγίδα / Seal :

Ημερομηνία έκδοσης /
Date of issue:

Υπογραφή / Signature :

10.06.05

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών.

Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number: Δ10-05-XXX

Κατάσταση αντικειμένου προς διακρίβωση /Condition of object to be calibrated :

Το μανόμετρο νεκρού φορτίου προσκομίστηκε από τον πελάτη σε ασφαλή συσκευασία και μετά από οπτικό έλεγχο βρέθηκε σε καλή κατάσταση λειτουργίας. Το όργανο δημιουργεί υπερπίεση σε σχέση με την ατμοσφαιρική πίεση, σε αέριο μέσο στο παρακάτω εύρος τιμών πίεσης. Μαζί με την συσκευή παραλήφθηκε ένα σετ 13 βαρών για την υλοποίηση της πίεσης αποτελούμενο από 11 δίσκους και δύο κυλινδρικούς υποδοχείς. Καταγράφηκαν τα εξής χαρακτηριστικά της συσκευής :

The deadweight ball gage was delivered by the client in a secure packaging and was found to be in good working condition during visual inspection. The instrument produces overpressure relative to the atmospheric pressure, in a gaseous medium within the pressure range below. Together with the instrument a weight set of 13 pieces was delivered for the realization of the required pressure comprised of 11 discs and 2 cylindrical carrier assemblies. The following instrument data were noted:

Εύρος πίεσης / pressure range: 0... 30 psig (200 kPa)

Συντελεστής θερμικής διαστολής κεραμικού σφαιριδίου α / Ceramic ball thermal expansion coefficient
 α : $1,67 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

Τύπος μέσου / Medium type: Καθαρός ξηρός αέρας ή N_2 / clean dry air or N_2

Στάθμη αναφοράς πίεσης: Χείλος υποδοχέα σφαιριδίου
Pressure reference level: Ball cup edge

Αριθμός σειράς ακροφυσίου / Nozzle serial number : PK - 25380

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number: Δ10-05-XXX

Διαδικασία Διακρίβωσης / Calibration Procedure:

Η διακρίβωση πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία Διακρίβωσης EA-10/03 (Μέθοδος Β) και προσδιορίστηκαν:

- η πραγματική τιμή μάζας των δίσκων του σετ βαρών και των δύο συνδυασμών υποδοχέα/σφαιριδίου
- η δραστική επιφάνεια του συνδυασμού σφαιριδίου/ακροφυσίου σε θερμοκρασία αναφοράς $t_{ref} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ως συνάρτηση της πίεσης
- η επαναληψιμότητα ως συνάρτηση της πίεσης

Η μέτρηση της συμβατικής τιμής μάζας έγινε με συγκριτική ζύγιση διπλής αντικατάστασης των υπό δοκιμή αντικειμένων. Διόρθωση λόγω της άνωσης του αέρα έγινε όπου αυτό κρίθηκε αναγκαίο σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία EIM-MM-MA2a. Για την σύγκριση χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός κατάλληλων προτύπων βαρών αναφοράς. Η πυκνότητα των υπό δοκιμή αντικειμένων εκτιμήθηκε από την γνώση του υλικού κατασκευής ως $7950 \pm 140\text{ kg/m}^3$. Η αβεβαιότητα της πυκνότητας αναφέρεται με επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ($k=2$). Η πραγματική τιμή μάζας υπολογίσθηκε από την σχέση:

$$m = m_c \frac{(1 - \frac{1,2}{\rho_o})}{(1 - \frac{\rho_a}{\rho})}$$

όπου ρ , ρ_a και ρ_o είναι οι πυκνότητες του υπό δοκιμή αντικειμένου, του αέρα και η συμβατική τιμή αντίστοιχα, όπως αυτή ορίζεται στην σύσταση OIML R33 (1979).

Η δραστική επιφάνεια $A_{oj}(t_{ref})$ προσδιορίστηκε από την σχέση:

$$A_{oj}(t_{ref}) = \frac{\sum_i M_i g (1 - \rho_a / \rho_i)}{p_{rj} [1 + \alpha (t - t_{ref})]}$$

όπου p_{rj} είναι η πίεση αναφοράς υλοποιούμενη από πρότυπο ζυγό πίεσης, M_i είναι η πραγματική μάζα των δίσκων του υπό διακρίβωση οργάνου, g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας στο εργαστήριο Πίεσης του EIM, ρ_a και ρ οι πυκνότητες του αέρα και των δίσκων αντίστοιχα και t η θερμοκρασία κατά την διακρίβωση. Η παραπάνω σχέση είναι συνέπεια της ύπαρξης κατάστασης ισορροπίας μεταξύ των ελεύθερων στοιχείων των δύο οργάνων η οποία επιτυγχάνεται όταν αυτά αιωρούνται ελεύθερα υπό την επίδραση ίσων και αντίθετων πιέσεων (cross floating technique). Η ακριβής θέση ισορροπίας ρυθμίζεται με την προσθήκη μικρών προτύπων βαρών (trim weights).

Η διαδικασία διακρίβωσης περιλαμβάνει 3 σειρές μετρήσεων του υπό δοκιμή οργάνου σε 5 ισαπέχουσες τιμές πίεσης και μία επιπλέον μέτρηση κοντά στην ελάχιστη τιμή πίεσης.

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number: Δ10-05-XXX

The calibration was performed in accordance with the European Guideline EA-10/03 (Method B) and the following were determined:

- the true mass value of the disc weights and of the two weight carrier assemblies
- the effective area of the combination of ball and nozzle at a reference temperature $t_{ref} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ and as a function of pressure
- the repeatability as a function of pressure

The determination of the conventional mass value was performed by double substitution comparison weighing of the objects to be calibrated. An air buoyancy correction was applied wherever deemed necessary in accordance with the Technical Guide EIM-MM-MA2a. The comparison was performed using a combination of appropriate reference weight standards. The density of the objects to be calibrated was estimated from knowledge of the material as $7950 \pm 140\text{ kg/m}^3$. The uncertainty of the density is reported at a 95% confidence level ($k=2$). The true mass value was calculated from:

$$m = m_c \frac{\left(1 - \frac{\rho_o}{\rho}\right)}{\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho}\right)}$$

where ρ , ρ_a και ρ_o are the densities of the calibrated object, the air and the conventional value, according to its definition in the recommendation OIML R33 (1979).

The effective area $A_{oj}(t_{ref})$ was determined from the expression

$$A_{oj}(t_{ref}) = \frac{\sum_i M_i g (1 - \rho_a / \rho_i)}{p_{rj} [1 + \alpha(t - t_{ref})]}$$

where p_{rj} is the reference pressure realized by a pressure balance standard, M_i is the disc true mass of the instrument under calibration, g is the acceleration due to gravity at EIM's Pressure lab., ρ_a και ρ are the densities of air and discs respectively and t is the temperature during the calibration. The expression above results from a condition of equilibrium between the moving elements of the two instruments which is achieved when they freely float under the action of equal but opposite pressures (cross floating technique). The exact equilibrium position is adjusted by adding trim weights.

The procedure is comprised of 3 series of measurements at 5 equidistant pressure values including an additional measurement near the minimum pressure value.

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number: Δ10-05-XXX

Ιχνηλασιμότητα / Traceability:

Τόσο τα πρότυπα βάρη αναφοράς όσο και ο πρότυπος ζυγός πίεσης έχουν άμεση ιχνηλασιμότητα στα Εθνικά Πρότυπα της Γερμανίας για την υλοποίηση της Μάζας και του μεγέθους της Πίεσης. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI) και τεκμηριώνεται με τα πιστοποιητικά διακρίβωσης:

Both the reference mass standards and the standard pressure balance have direct traceability to the National Standards of Germany for the realization of Mass and the measurand of Pressure. In this manner traceability of measurements to the International System of Units (SI) is ensured and is documented by the calibration certificates:

Σετ προτύπων βαρών / Mass set - E2 033735/00 / EIM Δ6-03-0011

E1 043851/00 / DKD08601-643/04

Πρότυπος ζυγός πίεσης / Standard pressure balance - Ruska 2465-754 / PTB0034-00

Αβεβαιότητα / Uncertainty:

Η αβεβαιότητα που αναφέρεται είναι το γινόμενο της τυπικής αβεβαιότητας (u) με τον συντελεστή κάλυψης $k = 2$ (διευρυμένη αβεβαιότητα) και προσδιορίστηκε σύμφωνα με το έντυπο «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements» (ISO 1995). Γενικώς, η τιμή της μετρούμενης ποσότητας περιέχεται στο προσδιοριζόμενο εύρος με πιθανότητα 95% περίπου. Η εκτίμηση της αναφερόμενης αβεβαιότητας δεν εμπεριέχει ενδεχόμενες μακροπρόθεσμες μεταβολές. Οι συμμεταβλητότητες γενικώς δεν λαμβάνονται υπόψη.

Reported is the expanded uncertainty which results from the standard uncertainty (u) multiplied by the coverage factor $k = 2$. It has been evaluated according to the «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements» (ISO 1995). Generally, the value of the measured quantity is found within the attributed interval with a probability of approximately 95%. The reported uncertainty does not include an estimate of long-term variations. Co-variances are generally not reported.

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number: Δ10-05-XXX

Αποτελέσματα Διακρίβωσης / Calibration Results :

Πίνακας / Table 1 : Αποτελέσματα διακρίβωσης μάζας/ Mass calibration results

Δίσκος <i>Disc</i>	Συμβατική Μάζα* <i>Conventional Mass</i> (kg)	Πραγματική Μάζα <i>True Mass</i> (kg)	Συμβατική Μάζα ** <i>Conventional Mass</i> (kg)	Αβεβαιότητα (k=2) <i>Uncertainty (k=2)</i> (mg)
1	1,456673	1,456675	1,456663	1,5
2	1,456670	1,456671	1,456659	1,5
3	1,456667	1,456667	1,456655	1,5
4	0,582674	0,582675	0,582670	0,75
5	0,291334	0,291334	0,291332	0,75
6	0,291331	0,291331	0,291329	0,75
7	0,116534	0,116534	0,116533	0,75
8	0,058268	0,058268	0,058267	0,75
9	0,058267	0,058267	0,058267	0,75
10	0,029133	0,029133	0,029132	0,75
11	0,014566	0,014566	0,014566	0,75
Συνδ. 1/ Assby 1	0,058299	0,058299	0,058298	1,3
Συνδ. 2/ Assby 2	0,029152	0,029152	0,029152	0,75

* Πυκνότητα / density $\rho = 8000 \text{ kg/m}^3$

** Πυκνότητα / density $\rho = 8400 \text{ kg/m}^3$

Πίνακας / Table 2a : Αποτελέσματα διακρίβωσης δραστικής επιφάνειας/ Effective area calibration results

α/α	Πίεση + Αναφοράς <i>Reference Pressure</i> (kPa)	Συνδυασμός Δίσκων Δοκιμής <i>Test Disc Combination</i>	Μάζα Συνδυασμού <i>Combination Mass</i> (kg)	Θερμοκρασία <i>Temperature</i> (°C)	Δραστική Επιφάνεια A _o <i>Effective Area A_o</i> @ 20 °C (m ²)
min	16,524	6,8,9,11,assby 1	0,480731079	23,4	2,85128E-04
1	40,056	4,5,7,8,9, assby 1	1,165377075	23,47	2,85133E-04
2	81,111	1,4,6, assby 2	2,359832828	23,60	2,85135E-04
3		2,3,6,7,8,9, assby 1	3,496036975	23,88	2,85130E-04
4	120,166	1,2,3,5,8,9, assby 1	4,836180865	23,94	2,85135E-04
5	166,227	1,2,3,4,5,6,7,10,11, assby 1	5,753884306	23,99	2,85140E-04
	197,765				

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number: Δ10-05-XXX

α/α	Πίεση + Αναφοράς <i>Reference Pressure</i> (kPa)	Συνδυασμός Δίσκων Δοκιμής <i>Test Disc Combination</i>	Μάζα Συνδυασμού <i>Combination Mass</i> (kg)	Θερμοκρασία <i>Temperature</i> (°C)	Δραστική Επιφάνεια A _o <i>Effective Area A_o</i> @ 20 °C (m ²)
min	16,523	6,8,9,11, assby 1	0,480731079	24,21	2,85143E-04
1	40,055	4,5,7,8,9, assby 1	1,165377075	24,18	2,85137E-04
2	81,109	1,4,6, assby 2	2,359832828	24,14	2,85141E-04
3		2,3,6,7,8,9, assby 1	3,496036975	24,12	2,85137E-04
4	120,163	1,2,3,5,8,9, assby 1	4,836180865	24,10	2,85140E-04
5	166,223	1,2,3,4,5,6,7,10,11, assby 1	5,753884306	24,06	2,85142E-04

min	16,523	6,8,9,11, assby 1	0,480731079	24,36	2,85143E-04
1	40,054	4,5,7,8,9, assby 1	1,165377075	24,40	2,85147E-04
2	81,111	1,4,6, assby 2	2,359832828	24,43	2,85134E-04
3		2,3,6,7,8,9, assby 1	3,496036975	24,45	2,85135E-04
4	120,163	1,2,3,5,8,9, assby 1	4,836180865	24,46	2,85135E-04
5	166,225	1,2,3,4,5,6,7,10,11, assby 1	5,753884306	24,48	2,85132E-04

+ Η πίεση αναφοράς είναι διορθωμένη για την υψομετρική διαφορά μεταξύ των επιπέδων αναφοράς του προτύπου και του αντικειμένου προς διακρίβωση.

+The reference pressure has been corrected for the pressure head due to different reference levels between standard and calibrated object

Ονομαστική Τιμή <i>Nominal Value</i> (kPa)	Μέση Δραστική Επιφάνεια / Τιμή Πίεσης <i>Effective Area Mean / Pressure Value</i> (m ²)	Τυπική Απόκλιση / Τιμή Πίεσης <i>Standard Deviation / Pressure Value</i> (m ²)	Αβεβαιότητα (k=1) <i>Uncertainty (k=1)</i> (m ²)
15	2,85138E-04	8,55E-09	9,65E-09
40	2,85139E-04	7,31E-09	8,51E-09
80	2,85136E-04	3,99E-09	5,94E-09
120	2,85134E-04	3,57E-09	5,80E-09
160	2,85136E-04	2,92E-09	5,45E-09
200	2,85138E-04	5,69E-09	7,34E-09

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number: Δ10-05-XXX

Πίνακας / Table 2b : Υπολογισμός μετρούμενης πίεσης/ Calculation of measured pressure

α/α	Πίεση Αναφοράς <i>Reference Pressure</i> P_r (kPa)	Μετρούμενη Πίεση <i>Measured Pressure</i> P_m (kPa)	Διαφορά <i>Difference</i> $P_m - P_r$ (kPa)
min	16,524	16,523	-0,0005
1	40,056	40,056	-0,0006
2	81,111	81,111	-0,0007
3	120,166	120,163	-0,0029
4	166,227	166,225	-0,0012
5	197,766	197,768	0,0022

min	16,523	16,523	0,0003
1	40,055	40,055	0,0000
2	81,109	81,110	0,0011
3	120,163	120,163	-0,0001
4	166,223	166,225	0,0017
5	197,764	197,768	0,0036

min	16,523	16,523	0,0003
1	40,054	40,055	0,0014
2	81,111	81,110	-0,0010
3	120,163	120,162	-0,0007
4	166,225	166,224	-0,0014
5	197,786	197,766	-0,0038

Ονομαστική Τιμή <i>Nominal Value</i> (kPa)	Μέση διαφορά / Τιμή Πίεσης <i>Mean Difference / Pressure Value</i> (kPa)	Τυπική Απόκλιση / Τιμή Πίεσης <i>Standard Deviation / Pressure Value</i> (kPa)
15	0,0001	4,95E-04
40	0,0003	1,03E-03
80	-0,0002	1,14E-03
120	-0,0012	1,51E-03
160	-0,0003	1,70E-03
200	0,0007	3,94E-03

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού / Certificate number: Δ10-05-XXX

Μέση Δραστική Επιφάνεια ± Διευρυμένη Αβεβαιότητα (k=2)/
Mean Effective Area ± Expanded Uncertainty (k=2)

$$A_o = 2,85137 \times 10^{-4} \pm 9,6 \times 10^{-9} \text{ m}^2$$

Πίνακας / Table 3 : Υπολογισμός υλοποιούμενης πίεσης ανά δίσκο / Calculation of realized pressure per disc

Δίσκος <i>Disc</i>	Ονομαστική Τιμή <i>Nominal Value</i> (kPa)	Πραγματική Πίεση ++ <i>True Pressure</i> @ 20 °C (kPa)	Αβεβαιότητα (k=2) <i>Uncertainty (k=2)</i> (kPa)	Πραγματική Πίεση ♦ <i>True Pressure</i> @ 20 °C (kPa)
1	50	50,071	0,0017	50,003
2	50	50,071	0,0017	50,003
3	50	50,071	0,0017	50,003
4	20	20,028	0,0007	20,001
5	10	10,014	0,0003	10,001
6	10	10,014	0,0003	10,001
7	4	4,006	0,0001	4,000
8	2	2,003	0,0001	2,000
9	2	2,003	0,0001	2,000
10	1	1,001	0,0001	1,000
11	0,5	0,501	0,0001	0,500
Συνδ. 1/ Assby 1	2	2,004	0,0001	2,001
Συνδ. 2/ Assby 2	1	1,002	0,0001	1,001

++ Η πίεση είναι υπολογισμένη για την τιμή επιτάχυνσης βαρύτητας στο EIM.

The pressure is calculated for the acceleration due to gravity at EIM.

♦ Η πίεση είναι υπολογισμένη για την τιμή επιτάχυνσης βαρύτητας στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή.

The pressure is calculated for the acceleration due to gravity at the manufacturer's location.

Παρατηρήσεις / Comments :

- Η επιτάχυνση της βαρύτητας στο εργ. Πίεσης του EIM και στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή είναι αντίστοιχα: $g_{EIM} = 9,8025976 \pm 0,1 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ και $g_{manuf} = 9,789372 \text{ m/s}^2$.
The acceleration due to gravity at EIM's Pressure lab and at the manufacturer's location respectively is: $g_{EIM} = 9,8025976 \pm 0,1 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ and $g_{manuf} = 9,789372 \text{ m/s}^2$.
- Οι πραγματικές πιέσεις στο εργ. Πίεσης του EIM και στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή σχετίζονται ως ακολούθως:

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ CERTIFICATE OF CALIBRATION

Αριθμός πιστοποιητικού /Certificate number: Δ10-05-XXX

The true pressures at EIM's Pressure lab and at the manufacturer's location are related as follows:

$$p_{\text{manuf.}} = \frac{g_{\text{manuf.}}}{g_{\text{EIM}}} \cdot p_{\text{EIM}}$$

3. Η αβεβαιότητα της δραστικής επιφάνειας στην θερμοκρασία αναφοράς εκτιμήθηκε λαμβάνοντας υπόψη τις συνεισφορές από: το πρότυπο αναφοράς, την μάζα και πυκνότητα των δίσκων του υπό διακρίβωση οργάνου, τον συντελεστή θερμικής διαστολής του υπό διακρίβωση οργάνου, την θερμοκρασία διακρίβωσης και την επαναληψιμότητα των μετρήσεων.

The uncertainty of the effective area at the reference temperature was estimated by taking into consideration the contributions from: the reference standard, the mass and density of the discs of the calibrated object, the thermal expansion coefficient of the calibrated instrument, the calibration temperature and the measurement repeatability.

4. Η αβεβαιότητα της πραγματικής πίεσης στην θερμοκρασία αναφοράς αναφέρεται στις τιμές που υλοποιήθηκαν στο εργ. Πίεσης του EIM και εκτιμήθηκε λαμβάνοντας υπόψη τις συνεισφορές από την δραστική επιφάνεια, την μάζα και πυκνότητα των δίσκων του υπό διακρίβωση οργάνου.

The uncertainty of the true pressure at the reference temperature refers to the values realized at EIM's Pressure lab and was estimated by taking into consideration the contributions from the effective area, the mass and density of the discs of the calibrated object.

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή του πιστοποιητικού αυτού παρά μόνο καθ' ολοκληρία, εκτός αν δοθεί γραπτή έγκριση από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας και το εργαστήριο που το εκδίδει. Πιστοποιητικά Διακρίβωσης μη φέροντα σφραγίδα και υπογραφή δεν έχουν ισχύ. Αντίγραφο του παρόντος πιστοποιητικού θα διατηρηθεί στο εργαστήριο που το εκδίδει για μία περίοδο τουλάχιστο δέκα ετών. Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τα αντικείμενα που έχουν διακριβωθεί.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of both the Hellenic Institute of Metrology and the issuing laboratory. Calibration Certificates without seal and signature are not valid. A copy of this certificate will be kept at the issuing laboratory for a period of at least ten years. The results concern only the calibrated items

Βιβλιογραφία

1. EN ISO/IEC 17025 “General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories”, 2nd ed. 2005.
2. ISO “International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology”, Geneva, Switzerland, 1993.
3. K.-D. Sommer, S. E. Chappeli, M. Kochsiek, “Calibration and verification: Two procedures having comparable objectives and results”, OIML bulletin, Vol XLII, No 1, 2001.
4. Χ. Μήτσας et. al., “Η Εκτίμηση της Αβεβαιότητας στις Μετρήσεις Μηχανικών Μεγεθών”, Ενημερωτικό Φυλλάδιο EIM-02, 2004.
5. ΕΛΟΤ, “ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ”, 1999.
6. ISO “Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement”, 2nd ed. Geneva, Switzerland, 1995.
7. ISO “Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement”, Supplement 1-“Numerical Methods for the Propagation of Distributions” 1st draft, 2004.
8. Nielsen L., “Evaluation of the calibration history of a measurement standard”, DFM report DFM-01-R25, 2001, 1-6.
9. I. Lira, “Evaluating the Measurement Uncertainty” IOP Publishing Bristol, 2002.
10. J. G. M. van der Grinten, “Confidence levels of measurement – based decisions”, OIML bulletin, Vol XLIV, No 3, 2003.
11. K.-D. Sommer, M. Kochsiek, “Role of measurement uncertainty in deciding conformance in legal metrology”, OIML bulletin, Vol XLIII, No 2, 2002.