

## Τεχνική Επιτροπή 1 Ομάδα Εργασίας για Διακρίβωση

**Σχετικά με τη σωστή εφαρμογή των απαιτήσεων της σειράς προτύπων ISO 9000 οι οποίες αναφέρονται στη διακρίβωση των οργάνων.**

### Εισαγωγή

Είναι γνωστό ότι η ποιότητα των προϊόντων και των υπηρεσιών συνδέεται άμεσα με την αξιοπιστία των μετρήσεων και επομένως με την μετρολογική ποιότητα του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται στην τρέχουσα παραγωγική διαδικασία. Για τον λόγο αυτό στα πρότυπα της σειράς ISO 9000 προβλέπονται συγκεκριμένες απαιτήσεις που αφορούν τον έλεγχο, την συντήρηση και την διακρίβωση του εξοπλισμού μετρήσεων και δοκιμών (παράγραφος 4.11 των προτύπων).

Η παραπάνω απαίτηση του προτύπου αντιμετωπίζεται από τους εμπλεκόμενους φορείς (Σύμβουλοι, Βιομηχανία, Φορείς Πιστοποίησης) με διαφορετική προσέγγιση ο ένας από τον άλλο και κατά τρόπο που δεν είναι σαφής, ομοιόμορφος, αντικειμενικός και τυποποιημένος. Δεν είναι σπάνιο φαινόμενο οι λιγότερο ή περισσότερο ελαστικές ερμηνείες των απαιτήσεων διακρίβωσης να οδηγούν σε ένα (αθέμιτο) ανταγωνισμό μεταξύ Συμβούλων και Φορέων Πιστοποίησης. Δεν υπάρχει δηλαδή **ενιαία πολιτική** από τους εμπλεκόμενους φορείς για το θέμα της διακρίβωσης των Οργάνων. Αξιοσημείωτο είναι ότι ακόμη και επιθεωρητές που ανήκουν στον ίδιο Φορέα Πιστοποίησης αντιμετωπίζουν το θέμα με διαφορετική προσέγγιση ο ένας από τον άλλον και με καθαρά υποκειμενικά και μόνο κριτήρια. Αποτέλεσμα της κατάστασης αυτής είναι συνήθως η υποτίμηση και συρρίκνωση των απαιτήσεων διακρίβωσης και η συχνά ανεπαρκής διασφάλιση της ποιότητας των μετρήσεων,

### Απαιτήσεις σχετικές με τον έλεγχο της ποιότητας των μετρήσεων

Προκύπτει κατά συνέπεια η ανάγκη ομογενοποίησης των πρακτικών αξιολόγησης, ειδικότερα όσον αφορά τους Φορείς Πιστοποίησης. Στην κατεύθυνση αυτή η HellasLab επιθυμεί να επισημάνει τα ακόλουθα σημεία.

1. Ο προμηθευτής πρέπει να χρησιμοποιεί για όλες τις δραστηριότητες (παραγωγική διαδικασία, ποιοτικός έλεγχος κ.λ.π.), εξοπλισμό που είναι κατάλληλος για τον ακριβή προσδιορισμό των παραμέτρων της εργασίας. Για όλες τις δραστηριότητες μετρήσεων που αφορούν κρίσιμα σημεία της παραγωγής ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός πρέπει να είναι διακριβωμένος. Όργανα που δεν είναι διακριβωμένα άρα που δεν εξασφαλίζεται σε καμιά περίπτωση η ορθότητα των ενδείξεών τους δεν έχει νόημα και δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται. Αυτά πρέπει να καταγράφονται, να φέρουν ειδική σήμανση (ΜΗ ΔΙΑΚΡΙΒΩΜΕΝΟ) και να αποσύρονται σε ειδικό ασφαλισμένο χώρο.
2. Οι διακρίβώσεις των οργάνων πρέπει να γίνονται από ειδικά εκπαιδευμένο προσωπικό, συγκροτημένο σε ειδική ομάδα, με συγκεκριμένες διαδικασίες και κατάλληλα πρότυπα με ιχνηλασιμότητα στα αντίστοιχα εθνικά ή διεθνή πρότυπα. Τα παραπάνω χαρακτηρίζουν το

κατάλληλο εργαστήριο διακρίβωσης και ελέγχου που μπορεί να παρέχει τις υπηρεσίες του, είτε σαν ανεξάρτητο εσωτερικό τμήμα της ίδιας της επιχείρησης, είτε ως ανεξάρτητο εσωτερικό τμήμα της ίδιας της επιχείρησης, είτε ως ανεξάρτητη συνεργαζόμενη επιχείρηση. Σε κάθε περίπτωση το εργαστήριο διακρίβωσης πρέπει να καλύπτει τις ανάλογες απαιτήσεις, όπως αυτές εκφράζονται στο διεθνές πρότυπο ISO 17025.

3. Η συχνότητα διακρίβωσης ενός οργάνου, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι βασικότεροι εκ των οποίων είναι ο τύπος και η σταθερότητα (stability) του οργάνου, οι συνθήκες χρήσης στις οποίες το όργανο υπόκειται κατά τη λειτουργία του και η συμπεριφορά του κατά τις προηγούμενες διακριβώσεις. Στις συνθήκες χρήσης περιλαμβάνονται οι περιβαλλοντικές συνθήκες, οι συνθήκες του άμεσου περιβάλλοντος του οργάνου (π.χ. συνθήκες καθαριότητας του περιβάλλοντα χώρου, τρόπος χρήσης του οργάνου από το χρήστη κ.ά.). Στο παράρτημα που παρατίθεται δίδονται ορισμένες γενικές κατευθύνσεις για το ζήτημα αυτό.

## **Προτάσεις**

Με βάση τα παραπάνω η HellasLab πιστεύει ότι είναι αναγκαίο να υπάρξει μια συντονισμένη προσπάθεια από όλους τους εμπλεκόμενους ώστε να γίνει συνείδηση ότι η διακρίβωση αποτελεί τον μόνο τρόπο επιβεβαίωσης της ποιότητας των μετρήσεων σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας και δεν είναι ένα «αναγκαίο κακό» που πρέπει να περιοριστεί αλλά ένα εργαλείο βελτίωσης της ποιότητας των προϊόντων και των υπηρεσιών.

Οι Σύμβουλοι στην ανάπτυξη Συστημάτων Ποιότητας θα πρέπει να τονίζουν την αναγκαιότητα ένταξης των σχετικών διαδικασιών στα Συστήματα Ποιότητας με τρόπο που να καλύπτονται όλες οι απαιτήσεις ελέγχου, συντήρησης και διακρίβωσης του εξοπλισμού μετρήσεων.

Οι Φορείς Πιστοποίησης θα πρέπει να απαιτούν την ύπαρξη των σχετικών απαιτήσεων στα Συστήματα Ποιότητας και να ελέγχουν την τήρησή τους, ειδικότερα όσον αφορά την επαναδιακρίβωση του εξοπλισμού και την καταλληλότητα των εργαστηρίων διακρίβωσης που χρησιμοποιούνται.

Το ΕΣΥΔ μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην προσπάθεια αυτή επισημαίνοντας στους Φορείς Πιστοποίησης Συστημάτων Ποιότητας, στην φάση της διαπίστευσής τους, την ανάγκη αντιμετώπισης των απαιτήσεων διακρίβωσης ως βασικό στοιχείο επιβεβαίωσης της ποιότητας στην παραγωγική διαδικασία.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

#### Εισαγωγή

Τα συστήματα διασφάλισης ποιότητας, όπως προδιαγράφονται στη σειρά προτύπων ISO 9000 [1] αλλά και στο EN 45001 / ISO/IEC 17025 [2], απαιτούν τον τακτικό μετρολογικό έλεγχο του μετρητικού εξοπλισμού που επηρεάζει (άμεσα ή έμμεσα) την ποιότητα των προϊόντων. Χαρακτηριστικά για την απαίτηση αυτή είναι ότι οι μετρήσεις που γίνονται θα πρέπει να έχουν την τεκμηριωμένη ιχνηλασιμότητα σε εθνικά πρότυπα μεγεθών του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (SI). Ο μόνος τρόπος που εξασφαλίζει την ιχνηλασιμότητα σε εθνικά πρότυπα είναι η διακρίβωση.

Οι διακριβώσεις οργάνων και προτύπων μέτρησης απαιτούν την τεχνική επάρκεια του προσωπικού, τον κατάλληλο εξοπλισμό και τις αντίστοιχες εγκαταστάσεις και περιβαλλοντικές συνθήκες. Κυρίως αυτοί οι τρεις παράγοντες συνεισφέρουν στη συνολική αβεβαιότητα του μετρητικού οργάνου. Η μετρητική αβεβαιότητα, η οποία είναι ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό ενός μετρητικού οργάνου, βρίσκεται μόνο με την διαδικασία της διακρίβωσης. Η χρονική συμπεριφορά της αβεβαιότητας, δηλαδή ο ρυθμός αλλαγής της αβεβαιότητας ενός μετρητικού οργάνου, είναι ο κύριος παράγοντας για τον προσδιορισμό της περιόδου της επαναδιακρίβωσης.

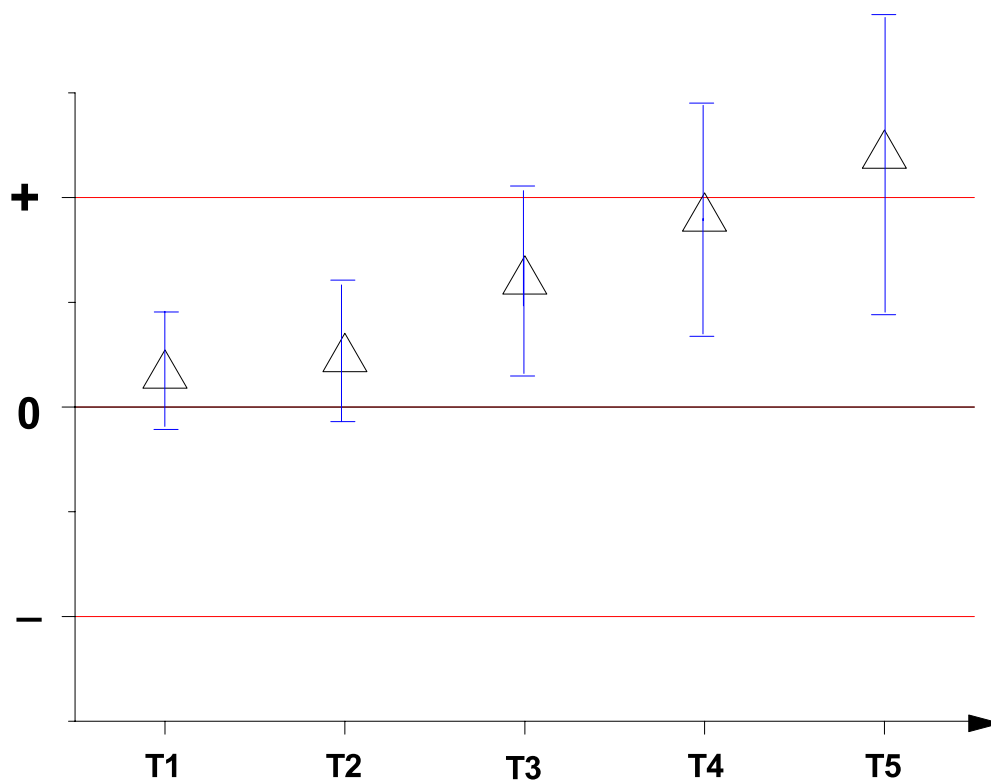
#### Αιτίες που Οδηγούν στην Επαναδιακρίβωση

Μετρητικά όργανα, συστήματα, πρότυπα και υλικά αναφοράς είναι αντικείμενα που χαρακτηρίζονται μέσω της σταθερότητας της ένδειξης ή της μετρητικής τιμής τους. Ανεξάρτητα από το πόσο σύγχρονα ή πόσο «έξυπνα» είναι, όλα τα μετρητικά συστήματα μειονεκτούν όσον αφορά τη σταθερότητά τους. Με άλλα λόγια, η ένδειξη ενός μετρητικού οργάνου για μια ορισμένη τιμή μεγέθους δεν παραμένει η ίδια με το χρόνο, ακόμα και όταν οι συνθήκες μέτρησης δεν έχουν αλλάξει. Για διάφορους λόγους, που οφείλονται στην αρχή λειτουργίας, στον τρόπο κατασκευής και στο υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του οργάνου, η ένδειξη ή η τιμή του ολισθαίνει. Το μέγεθος της ολίσθησης για ένα συγκεκριμένο όργανο εξαρτάται από τη συχνότητα και τον τρόπο χρήσεως καθώς και από τον τρόπο αποθήκευσής του (μεταβολές θερμοκρασίας, καθαριότητα κλπ.).

Η ολίσθηση αυτή γίνεται σε μια ορισμένη κατεύθυνση και αποτελεί πλέον μια συστηματική απόκλιση από την αρχική κατάσταση του οργάνου. Αποκλίσεις τέτοιας φύσης δεν αποκαλύπτονται εάν το όργανο δεν συγκριθεί έστω και σε μια τιμή με ένα διακριβωμένο πρότυπο αντίστοιχης ή καλύτερα μικρότερης αβεβαιότητας.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η θεωρητική εκτίμηση της ολίσθησης είναι παρά πολύ δύσκολη και μόνο με την πρακτική εμπειρία για συγκεκριμένα όργανα μπορούν να δοθούν αξιόπιστες τιμές για την ποσοτική πρόβλεψή της.

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ο ρυθμός ολίσθησης μιας ορισμένης τιμής μέτρησης ενός οργάνου σχετικά με κάποια αυθαίρετα όρια ανοχής. Το παράδειγμα αυτό παρουσιάζει μια συστηματική ολίσθηση με τάση να αυξηθεί η τιμή με το χρόνο.



**Παράσταση:** Διάγραμμα για τον ρυθμό της ολίσθησης ένδειξης / τιμής μετρητικών οργάνων / προτύπων σχετικά με αυθαίρετα όρια ανοχής (+/-).

Επίσης παρατηρείται, ότι μετά από κάθε διακρίβωση αυξάνει η αβεβαιότητα των μετρήσεων λόγω της αυξανόμενης συστηματικής απόκλισης. Μετά την τρίτη διακρίβωση γίνονται πλέον αμφίβολες οι μετρήσεις. Οι τιμές έχουν φτάσει τα όρια της επιτρεπόμενης ανοχής. Προτείνεται να γίνει μια ρύθμιση της ένδειξης το αργότερο μετά το διάστημα T4 και αμέσως μετά μια διακρίβωση.

Στη συνέχεια συνομίζονται στον πίνακα 1 φυσιολογικές αιτίες που οδηγούν συνήθως στην ολίσθηση, δηλαδή στη συστηματική απόκλιση, των ενδείξεων μετρητικών οργάνων / προτύπων, όταν το όργανο χρησιμοποιείται ορθά και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Επίσης φαίνονται στον πίνακα 1 εκτιμήσεις για την τιμή της ολίσθησης.

**Πίνακας 1:** Ολίσθηση ένδειξης μετρητικών οργάνων / προτύπων

Κατηγορία Οργάνων	Αιτίες Ολίσθησης	Εκτιμώμενη Ολίσθηση
Διαστασιακά όργανα από ανοξείδωτο χάλυβα όπως π.χ. μικρόμετρα, παχύμετρα, χάρακες, μετροταινίες, ....	<ul style="list-style-type: none"> <li>μηχανική φθορά / τριβή *</li> <li>μόλυνση επιφάνειας</li> </ul>	10 .... 1000 ppm / έτος
Πρότυπα πλακίδια μήκους από κεραμικό υλικό ή ανοξείδωτο χάλυβα	<ul style="list-style-type: none"> <li>μηχανική φθορά / τριβή *</li> <li>αντίδραση επιφάνειας με ουσίες περιβάλλοντος,</li> <li>μόλυνση επιφάνειας</li> </ul>	0,01 .... 20 ppm / έτος [3]

πρότυπα βάρη από ανοξείδωτο χάλυβα έως 10 kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• μηχανική φθορά / τριβή *</li> <li>• αντίδραση επιφάνειας με ουσίες περιβάλλοντος,</li> <li>• μόλυνση επιφάνειας</li> </ul>	0,01 .... 0,5 ppm / έτος [4]
πρότυπα βάρη από χυτοσίδηρο άνω των 10 kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• μηχανική φθορά / τριβή *</li> <li>• οξείδωση ή/και αντίδραση επιφάνειας με ουσίες περιβάλλοντος,</li> <li>• μόλυνση επιφάνειας</li> </ul>	1 .... 20 ppm / έτος [5]
όργανα με μηχανικό μηχανισμό όπως π.χ. μηχανικοί ζυγοί, μηχανικά μανόμετρα, μηχανικά δυναμόμετρα, μηχανικά θερμόμετρα, .....	<ul style="list-style-type: none"> <li>• μηχανική φθορά / τριβή *</li> <li>• γήρανση υλικού,</li> <li>• μόλυνση μηχανισμού</li> </ul>	δεν υπάρχουν στοιχεία, εμπειρικά εκτιμάται μια ολίσθηση μερικών ppm ανά έτος
Ηλεκτρικές / ηλεκτρονικές συσκευές, π.χ. πολύμετρα	<ul style="list-style-type: none"> <li>• γήρανση υλικού</li> </ul>	50 ..... 1000 ppm / έτος [6]
γυάλινα αραιόμετρα, θερμόμετρα, ογκομετρικά δοχεία και κύλινδροι από γυαλί	<ul style="list-style-type: none"> <li>• αλλαγή μορφής γυαλιού</li> <li>• μηχανική φθορά κλίμακας βαθμονόμησης</li> </ul>	δεν υπάρχουν στοιχεία, συνήθως παρατηρείται μια πολύ μεγάλη σταθερότητα ένδειξης τιμών

\* Η μηχανική φθορά δεν μπορεί να εκτιμηθεί χωρίς να ληφθεί υπόψη η συχνότητα χρήσεως.

Πέρα από τις προαναφερθείσες αιτίες, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι πραγματικές συνθήκες χρήσης οι οποίες μπορούν να διαφέρουν σημαντικά από την μια στην άλλη περίπτωση εφαρμογής.

Ο συνδυασμός των παραπάνω παραγόντων που επηρεάζουν τη σταθερότητα του οργάνου εκφράζεται μετρολογικά ως αναπαραγωγιμότητα (reproducibility). Η αναπαραγωγιμότητα ενός οργάνου είναι η διαφορά μετρητικών αποτελεσμάτων σε μια ορισμένη τιμή όταν αλλάζει το περιβάλλον / ο τόπος, ο χρήστης και όταν οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις απέχουν μεγάλο χρονικό διάστημα μεταξύ τους. Συχνά αναφέρουν τα εγχειρίδια χρήσης μετρητικών οργάνων μια τιμή για την αναπαραγωγιμότητά του. Η τιμή αυτή είναι χρήσιμη για τον προσδιορισμό της αρχικής περιόδου της επαναδιακρίβωσης.

### **Πόσο Συχνά Διακρίβώνονται Μετρητικά Όργανα ;**

Η απάντηση είναι ιδιαίτερα δύσκολη επειδή οι λόγοι που οδηγούν στην ανάγκη για την επαναδιακρίβωση είναι πολλοί και διάφοροι. Στην περίπτωση π.χ. όταν ένα όργανο θεωρείται ιδιαίτερα ασταθές κάτω από τις συνθήκες που χρησιμοποιείται ή η χρήση του είναι πολύ σπάνια θα μπορούσε να θεωρείται απαραίτητη μια διακρίβωση πριν κάθε χρήση του. Αντίθετα, όταν το όργανο θεωρείται πολύ σταθερό κάτω από τις δεδομένες συνθήκες χρήσης, θα μπορούσε να αρκεί μια συχνότητα επαναδιακρίβωσης μερικών ετών.

Σε οποιαδήποτε περίπτωση όμως, η προσδιοριζόμενη ως κατάλληλη συχνότητα της επαναδιακρίβωσης αντανάκλα το χρόνο εμπιστοσύνης για την (ακόμα) ορθή ένδειξη του μετρητικού οργάνου σχετικά με την απαιτούμενη ακρίβειά του. Επομένως, για να εκτιμηθεί η περίοδος επαναδιακρίβωσης θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η σταθερότητα του μετρητικού οργάνου, η αβεβαιότητά του και το επιτρεπόμενο ανεκτό εύρος της μετρούμενης τιμής. Οι τελευταίες δύο παράμετροι συσχετίζονται και καθορίζονται συνήθως εκ των προτέρων.

Δηλαδή, κατά την προμήθεια του μετρητικού οργάνου θα πρέπει να εξασφαλισθεί ότι το επιτρεπόμενο ανεκτό εύρος της μετρούμενης τιμής είναι τουλάχιστον τρεις φορές μεγαλύτερο από την αβεβαιότητα της μέτρησης βάσει της ακρίβειας του μετρητικού οργάνου.

Επίσης, η συχνότητα της επαναδιακρίβωσης θα συνυπολογίζει τις οικονομικές συνέπειες διότι απεικονίζει έναν συμβιβασμό ανάμεσα στο κόστος της διακρίβωσης και στο κόστος της λανθασμένης μέτρησης το οποίο, κατά συνέπεια, συντελεί στην υποβάθμιση της ποιότητας των προϊόντων.

Μετά την πρώτη διακρίβωση ενός μετρητικού οργάνου ορίζεται ένα αρχικό διάστημα επαναδιακρίβωσης το οποίο βασίζεται στην εμπειρία και στα στοιχεία της μετρολογικής συμπεριφοράς ομοειδών οργάνων που λειτουργούν ήδη στην πράξη. Εδώ προτείνεται να ακολουθούνται οι συστάσεις του κατασκευαστή του οργάνου.

Τη στιγμή της προμήθειας του οργάνου είναι συνήθως γνωστό το πεδίο της εφαρμογής του, η επιθυμητή ακρίβεια μέτρησης και ενδεχομένως η συχνότητα χρήσεως. Με το πεδίο εφαρμογής συνδέεται και η σταθερότητα των περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία, υγρασία, σκόνη, κραδασμοί, κλπ.). Σύμφωνα με το επίπεδο της μετρητικής αβεβαιότητας τα πεδία εφαρμογής μετρητικών οργάνων κατατάσσονται χονδρικά όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.

**Πίνακας 2:** Συχνότητα χρήσεως και μετρητική αβεβαιότητα μετρητικού εξοπλισμού κατά μέσο όρο.

Φορέας Εφαρμογής	Συχνότητα Χρήσεως	Επιθυμητή Μετρητική Αβεβαιότητα
Εθνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας βασικές μονάδες (SI) παράγωγες μονάδες (SI)	μια φορά ανά μήνα	< 10 ppm < 100 ppm
Εργαστήρια Διακριβώσεων και Δοκιμών, Ερευνητικά Ιδρύματα και Πανεπιστήμια	δέκα φορές ανά μήνα	100 ppm .... < 1 %
Βιομηχανική Παραγωγή & Εργαστήρια Ποιοτικού Ελέγχου Εμπόριο	μερικές φορές την ημέρα	0,1 % ..... 10 %

Τα μετρητικά όργανα και πρότυπα που αποτελούν πρωτεύοντα πρότυπα λειτουργούν συνήθως σε εθνικά ινστιτούτα μετρολογίας και χαρακτηρίζονται από το υψηλότερο επίπεδο ακρίβειας. Είναι επίσης γεγονός ότι αυτά τα όργανα δεν χρησιμοποιούνται καθημερινά, καθώς και ότι όργανα που αποτελούν πρωτεύοντα πρότυπα μετρήσεων, δηλαδή υλοποιούν το μέγεθος μέτρησης, είναι όργανα με πολύ χαμηλό ρυθμό ολίσθησης. Άλλωστε αυτός είναι ένας από τους βασικούς στόχους της μετρολογίας.

Επομένως πρωτεύοντα πρότυπα δεν διακριβώνονται με την ίδια συχνότητα όπως τα όργανα σε άλλους τομείς. Π.χ. το εθνικό πρότυπο της μάζας (1 kg) μιας χώρας, ένας κύλινδρος από γράμμα λευκόχρυσου / ιριδίου διακριβώνεται ενδεχομένως ανά 12 χρόνια όταν η χρήση του είναι περίπου μια φορά ανά δυο χρόνια [5].

Τα εργαστήρια των εθνικών φορέων μετρολογίας αλληλοσυγκρίνουν τη μετρητική ικανότητά τους τακτικά π.χ. στο πλαίσιο της EUROMET [7] ή του BIPM [8]. Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων είναι μια επίσημη ένδειξη για το αν υπάρχουν τάσεις ολίσθησης των προτύπων σε κάποιο από τα συμμετέχοντα εργαστήρια. Γενικώς ισχύει ότι ο χρόνος της επαναδιακρίβωσης των εθνικών προτύπων μέτρησης είναι της τάξης μερικών ετών.

Τα εργαστήρια διακρίβωσης της περιφέρειας που έχουν στόχο την παροχή υπηρεσιών διακρίβωσης μετρητικών οργάνων της βιομηχανίας και άλλων τομέων μετρήσεων και δοκιμών χρησιμοποιούν όργανα και πρότυπα που έχουν άμεσα ή έμμεσα ιχνηλασιμότητα σε εθνικά πρότυπα. Η συχνότητα χρήσεως και η απαίτηση στην μετρητική αβεβαιότητα συνεπάγονται μια αυξημένη συχνότητα επαναδιακρίβωσης σε σχέση με τα εθνικά εργαστήρια μετρολογίας. Ανάλογα με την σταθερότητα του οργάνου / προτύπου συνηθίζεται μια περίοδος επαναδιακρίβωσης των ένα, δύο ή ακόμα άνω των δύο ετών, για εξοπλισμό που τηρείται συνεχώς σε ελεγχόμενες συνθήκες εργαστηρίου. Όταν όμως μετρητικά όργανα / πρότυπα χρησιμοποιούνται σε επιτόπου διακρίβώσεις υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος να επηρεαστούν τα μετρολογικά χαρακτηριστικά τους. Μετά από κάθε εξωτερική χρήση θα πρέπει να αναθεωρηθεί μια ενδεχόμενη επαναδιακρίβωσή τους.

Διακρίβώσεις μετρητικών οργάνων σε μια βιομηχανία η οποία τηρεί ένα σύστημα διασφάλισης ποιότητας γίνονται σύμφωνα με ένα εγκεκριμένο πρόγραμμα. Υπεύθυνος για την κατάρτιση του προγράμματος και άρα για τον ορισμό της περιόδου της επαναδιακρίβωσης μετρητικού εξοπλισμού είναι αποκλειστικά η ίδια η εταιρεία.

Η διαδικασία της βιομηχανικής παραγωγής βασίζεται στις ενδείξεις διάφορων μετρητικών οργάνων τα οποία μπορούν να είναι ενσωματωμένα σε πολύπλοκα συστήματα. Στον πίνακα 3 φαίνονται ενδεικτικά προτιμήσεις για την περίοδο επαναδιακρίβωσης διαφόρων οργάνων όπως τις συναντάει κανείς π.χ. στην βιομηχανία.

**Πίνακας 3:** Παραδείγματα για την προτιμώμενη μέγιστη περίοδο επαναδιακρίβωσης ορισμένων μετρητικών οργάνων που βρίσκονται συχνά σε εταιρείες της βιομηχανίας ή σε εργαστήρια.

Μετρητικό Όργανο / Πρότυπο	Συχνότητα και Περιβάλλον Χρήσεως	Προτεινόμενη <u>μέγιστη περίοδος</u> Επαναδιακρίβωσης
Μη Αυτόματος Ηλεκτρονικός Ζυγός έως 30 kg	καθημερινά - 20 φορές, βιομηχανικός χώρος	ένα έτος
Υδραργυρικό Θερμόμετρο -10 <sup>0</sup> C έως 150 <sup>0</sup> C με ακρίβεια 1 K	καθημερινά, εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου	πέντε έτη
Μηχανικό Μανόμετρο (Bourdon type) έως 20 bar, τάξη ακρίβειας 2,5	μόνιμα εγκαταστημένο σε κύκλωμα πεπιεσμένου αέρα, μηχανολογικό εργαστήριο	δύο έτη
Παχύμετρο, έως 200 mm με ακρίβεια 0,01 mm	καθημερινά - 20 φορές, Μηχανουργείο	ένα έτος
Σετ προτύπων βαρών 1mg - 500 g σε σειρά 1,2,2,5, κλάσης F1 κατά OIML	δυο φορές ανά μήνα, σε διάφορους χώρους εργαστηρίων και βιομηχανικής Παραγωγής	έξι μήνες

Υδραυλική Πρέσα Θλίψης έως 500 kN με ακρίβεια 5 kN	καθημερινά, 5 φορές, εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου τσιμέντου	ένα έτος
Αναλυτικός Ηλεκτρονικός Ζυγός έως 200 g με ακρίβεια 0,01 mg	2 - 3 φορές την εβδομάδα, χημείο ερευνητικού ιδρύματος	ένα έτος
Πρότυπο Βάρος Ελέγχου 100g κλάσης E2 κατά OIML	μια φορά την εβδομάδα, εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου με ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες	δυο έτη
Ψηφιακό Πολύμετρο με ακρίβεια 4 <sup>1/2</sup> ψηφίων	καθημερινά 2 -3 φορές, ηλεκτρολογικό εργαστήριο	ένα έτος
Υδραργυρικό βαρόμετρο	καθημερινά, εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου με ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες	τρία έτη

Ο τομέας της Νομικής Μετρολογίας είναι υπεύθυνος για την επαλήθευση (verification) μετρητικών οργάνων που χρησιμοποιούνται π.χ. για την συναλλαγή εμπορευμάτων. Για λόγους προστασίας του καταναλωτή επιβάλλεται η περίοδος ισχύος επαλήθευσης (validity period of verification). Η αναφορά [9] περιέχει αντίστοιχα μια λίστα μετρητικών οργάνων και προτύπων με την συνιστούμενη περίοδο επαλήθευσης.

### Μεθόδους για την Εκτίμηση της Περιόδου Επαναδιακρίβωσης

Στους τομείς της Νομικής Μετρολογίας και της Εθνικής Άμυνας ο μετρολογικός έλεγχος μετρητικών οργάνων είναι μια καθιερωμένη διαδικασία με πολυετή παράδοση και στην Ελλάδα. Οι διακρίβώσεις / βαθμονομήσεις / έλεγχοι μετρητικού εξοπλισμού γίνονται προγραμματισμένα και σύμφωνα με λεπτομερές διαδικασίες και οδηγίες (Εμπορικός Κώδικας, MIL-STD's, Technical Orders). Στους τομείς αυτούς η απόφαση για την κατάλληλη συχνότητα επαναδιακρίβωσης δεν εναπόκειται στην κρίση του χρήστη / κατόχου του οργάνου. Τα σχετικά πρότυπα προδιαγράφουν ήδη πόσο συχνά γίνεται ο έλεγχος του (κάθε) οργάνου. Σαφώς και υπάρχει μια πολυετής εμπειρία όσον αφορά το βαθμό ολίσθησης των συγκεκριμένων μετρητικών οργάνων. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να λαμβάνονται υπόψη η συχνότητα χρήσης τους και οι συνθήκες, που είναι ήδη γνωστές. Με βάση τα παραπάνω είναι πλέον εύκολο να προσεγγίζεται και επομένως να τυποποιείται η περίοδος επαναδιακρίβωσης.

Ιδιαίτερα στον τομέα της Εθνικής Άμυνας, αλλά και σε άλλους τομείς, αναπτύχθηκαν μέθοδοι αξιολόγησης των αποτελεσμάτων των διακρίβωσης οι οποίες οδηγούσαν σε στατιστικές μεθόδους προσδιορισμού της συχνότητας επαναδιακρίβωσης.

Στη συνέχεια αναφέρονται μέθοδοι [10-12], που είναι γενικώς χρήσιμες για τον προσδιορισμό της κατάλληλης συχνότητας διακρίβωσης μετρητικού εξοπλισμού:

#### 1. Μέθοδος - «Αυθαίρετος Προσδιορισμός»

Μετά από κάθε διακρίβωση μειώνεται το διάστημα ως την επόμενη διακρίβωση με έναν ορισμένο ρυθμό εφόσον η αβεβαιότητα για το συγκεκριμένο όργανο βρίσκεται εντός των ορίων της απαιτούμενης ανοχής ή αντίστοιχα το διάστημα αυτό αυξάνεται αντίστοιχα εάν η αβεβαιότητα για το συγκεκριμένο όργανο βρίσκεται εκτός των ορίων της απαιτούμενης ανοχής.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σχετικά εύκολα. Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι το κάθε όργανο αντιμετωπίζεται χωριστά και θα έχει διαφορετική προθεσμία



επαναδιακρίβωσης, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα στον προγραμματισμό της διακρίβωσης μετρητικού εξοπλισμού μιας επιχείρησης.

1. Μέθοδος - «Έλεγχος Ολίσθησης»

Τα αποτελέσματα των διακρίβώσεων για μια χαρακτηριστική τιμή ένδειξης παρακολουθούνται με το χρόνο. Η εξέλιξη της ένδειξης με το χρόνο εκφράζει τη διασπορά και την ολίσθηση, δηλαδή πόσο σταθερό είναι το όργανο. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται και σε ομάδες ίδιων ή όμοιων μετρητικών οργάνων και επιτρέπει να υπολογισθεί μια κατά μέσο όρο περίοδος επαναδιακρίβωσης. Η μέθοδος δεν εφαρμόζεται εύκολα όταν το όργανο είναι ένα περίπλοκο σύστημα αποτελούμενο από διάφορα τμήματα που συνεισφέρουν στην συνολική αβεβαιότητα του συστήματος. Με κατάλληλές στατιστικές μεθόδους όμως υπολογίζεται η αξιοπιστία ενός οργάνου και έτσι επιτρέπεται η εφαρμογή κατάλληλης περιόδου επαναδιακρίβωσής του.

1. Μέθοδος - «Χρόνος Χρήσεως»

Η μέθοδος αυτή μπορεί να συνδυάσει τις δυο προηγούμενες με τη διαφορά ότι ο χρόνος μετριέται και εκφράζεται ως ώρες χρήσης. Αυτός ο τρόπος εφαρμόζεται σε μετρητικά όργανα που παράγουν ενεργό σήμα με σύνδεση σε ένα χρονόμετρο με δυνατότητα καταγραφής. Μόλις συμπληρωθεί ο μέγιστος χρόνος λειτουργίας το όργανο θα πρέπει να επαναδιακριβωθεί.

Πρακτικά υπάρχουν μειονεκτήματα όπως το αρχικό κόστος του χρονομετρητή και η άγνοια της ακριβούς ημερομηνίας επαναδιακρίβωσης.

1. Μέθοδος - «Έλεγχος Τήρησης Προδιαγραφών»

Το μετρητικό όργανο ελέγχεται σε τακτική βάση (π.χ. καθημερινά) με ένα πρότυπο ή ένα πρότυπο δείγμα / υλικό γνωστής τιμής. Ο έλεγχος απευθύνεται σε κάποια χαρακτηριστικά ή παραμέτρους όπως π.χ. την ένδειξη του μετρητικού οργάνου / συστήματος σχετικά με την τιμή του προτύπου. Εάν το όργανο βρίσκεται εκτός προδιαγραφών θα πρέπει να ακολουθεί μια πλήρης διακρίβωση. Η μέθοδος απαιτεί τη διάθεση ενός προτύπου εργασίας (working standard) του οποίου η τιμή θα πρέπει να τεκμηριώνεται από τακτικές διακρίβώσεις. Στις περιπτώσεις που το προς έλεγχο όργανο είναι πολύπλοκο και η διακρίβωσή του έχει μεγάλο κόστος, η μέθοδος αυτή συμφέρει και δημιουργεί εμπιστοσύνη στην αξιοπιστία του. Προϋπόθεση είναι ότι το πρότυπο με το οποίο ελέγχεται το όργανο θα είναι αρκετά πιο σταθερό από το ίδιο το όργανο.

1. Μέθοδος - «Στατιστική Προσέγγιση»

Στην περίπτωση που υπάρχουν πολλά όμοια ή ίδια όργανα, δηλαδή ομάδες οργάνων, η περίοδος επαναδιακρίβωσης μπορεί να προσδιορισθεί με στατιστικές μεθόδους αναλύοντας προηγούμενα αποτελέσματα. Μετά από τον αρχικό προσδιορισμό ο οποίος καθορίζεται με βάση πληροφορίες κατασκευαστή ή την εμπειρία, παρακολουθείται ο αριθμός οργάνων μιας «ομάδας» που δεν συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις αβεβαιότητας. Εάν το ποσοστό των οργάνων αυτών παραμένει χαμηλό τα όργανα αυτά θα πρέπει να αφαιρεθούν από την ομάδα αυτήν και αποτελούν πλέον μια καινούρια ομάδα. Εάν το ποσοστό των οργάνων της «ομάδας» που δεν συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις αβεβαιότητας είναι μεγάλο, τότε το διάστημα επαναδιακρίβωσης για τη ολόκληρη «ομάδα» θα πρέπει να μειωθεί.

Εκτός των μεθόδων που περιγράφονται επιγραμματικά πιο πάνω θα μπορούσε κανείς να εφαρμόζει κάποιους συνδυασμούς από αυτές ή να αναπτύσσει μια διαφορετική μέθοδο. Σε κάθε περίπτωση όμως αξίζει να αξιοποιούνται τα αποτελέσματα προηγούμενων διακρίβώσεων (ιστορικά στοιχεία) ώστε να υπάρχει μια τεκμηριωμένη προσέγγιση για τον προσδιορισμό της κατάλληλης περιόδου επαναδιακρίβωσης.

Παρακάτω συνοψίζονται οι πιο σημαντικές παράμετροι που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν προσδιορίζεται η περίοδος επαναδιακρίβωσης για ένα συγκεκριμένο μετρητικό όργανο [10,11]:

- ο τύπος του οργάνου,
- τα δεδομένα προηγούμενων διακριβώσεων και ελέγχων,
- η σύσταση κατασκευαστή,
- η συχνότητα και ορθότητα χρήσεως,
- οι περιβαλλοντικές συνθήκες χρήσεως και αποθήκευσης,
- ο ρυθμός ολίσθησης,
- το ιστορικό συντήρησης και επισκευών,
- η επιθυμητή ακρίβεια μετρήσεων

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] *Quality systems - Model for quality assurance in .....*, ISO 9001, 9002, 1994 (E).
- [2] *General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories*, ISO/IEC 17025 : 1999 (E).
- [3] V. Mudronja, R. Runje and Z. Barsic, *Reproducibility of Measurement Results of Gauge Blocks over a Period of 15 Years*, XVI IMEKO World Congress, Vienna 2000, Proceedings Volume V, 277 - 280.
- [4] R. Balhorn, D. Buer, M. Glaeser and M. Kochsiek, *Determination of Mass Part 1: Dissemination of the Unit of Mass - Balances, Weights and Test Rooms*, PTB-Bericht MA-24e, Braunschweig, June 1996.
- [5] R. Schwartz, *Guide to Mass Determination with High Accuracy*, PTB-Bericht, MA-40, Braunschweig, April 1995.
- [6] Τεχνικά εγχειρίδια κατασκευαστικών εταιρειών μετρητικού εξοπλισμού, όπως π.χ. της Fluke, Hewlett Packard, Tinsley κ.α.
- [7] W. Schwitz, *EUROMET - The European Metrology Infrastructure*, XVI IMEKO World Congress, Vienna 2000, Proceedings Volume V, 355 - 359.
- [8] Bureau International des Poids et Mesures, *National and International Needs Related to Metrology*, Sevres CEDEX, 1998.
- [9] *Principles of Metrological Control of Equipment used for Verification*, OIML International Document No. 23, 1<sup>st</sup> Edition, 1993.
- [10] *Guidelines for the Determination of Recalibration Intervals of Measuring Equipment used in Testing Laboratories*, OIML International Document No. 10, 1<sup>st</sup> Edition, 1984.
- [11] *Quality Assurance Requirements for Measuring Equipment - Part 1: Metrological Confirmation System for Measuring Equipment*, ISO 10012-1: 1992
- [12] *Guidelines for Calibration and Maintenance of Test and Measuring Equipment*, ILAC-G5: 1994.