ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΑΝΑΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΒΑΡΩΝ ΤΑΞΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΚΑΤΑ OIML E2 ΣΕ ΔΙΑΠΙΣΤΕΥΜΕΝΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΕΩΝ

Γαλανόπουλος Ευθύμιος και Ζεϊμπέκης Κωνσταντίνος
Διεύθυνση οργανισμού συγγραφέων: C^{3}T, ΒΙ.ΠΕ. ΚΙΛΚΙΣ
e-mail: c3t@the.forthnet.gr

1. Εισαγωγή

Τα εργαστήρια διακρίβωσης της Ελλάδας, που διαπιστεύονται από το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης Ε.ΣΥ.Δ σύμφωνα με το Διεθνές Πρότυπο ISO 17025, εκτός από συγκεκριμένες οδηγίες της ΕΑ (European Accreditation), οφείλουν να εφαρμόζουν τις κατευθυντήριες οδηγίες Ε.ΣΥ.Δ. ΚΟ1-ΚΡΙΤΕ (Συστήματα Μέτρησης και Διακρίβωσης) και ΚΟ2-ΚΡΙΤΕ (Ιχνηλασιμότητα Μετρήσεων). Σύμφωνα με την εισαγωγή της ΚΟ1-ΚΡΙΤΕ, η συγκεκριμένη οδηγία συντάχθηκε '*..προκειμένου να καταστήσει βέβαιο ότι τα εργαστήρια συμμορφώνονται τόσο με τις απαιτήσεις μετρήσεως και ιχνηλασιμότητας του ΕΛΟΤ ΕΝ ISO/IEC 17025, όσο και με τις συναφείς απαιτήσεις για τον εξοπλισμό διακρίβωσης και δοκιμών, που δεν έχουν ήδη καλυφθεί στο ΕΛΟΤ ΕΝ ISO/IEC 17025 και που παρατίθενται στο πρότυπο ISO 10012*'[3]. Μία από τις ουσιαστικές απαιτήσεις για τη διαχείριση του μετρολογικού εξοπλισμού που καλύπτεται στο ISO 10012 είναι η μεθοδολογία για τον προσδιορισμό των διαστημάτων επαναδιακρίβωσης.

2. Διακρίβωση

2.1 Αρχές Συστήματος Διακριβώσεων

Πεμπτουσία της αποστολής των διαπιστευμένων εργαστηρίων αποτελεί η διασφάλιση της ιχνηλασιμότητας των μετρήσεων που διενεργούν σε Εθνικά, ή Διεθνή Μετρητικά Πρότυπα [5]. Για το σκοπό αυτό τα εργαστήρια σχεδιάζουν, εφαρμόζουν και λειτουργούν σύστημα διακριβώσεων, βασισμένο στις εξής αρχές :

α) Όλος ο εξοπλισμός ο οποίος επηρεάζει την ακρίβεια μέτρησης και ως εκ τούτου την εγκυρότητα των διενεργουμένων μετρήσεων, διακριβώνεται σε τακτά, προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα (προγραμματισμένη διακρίβωση)

β) Η κατάσταση διακρίβωσης του εξοπλισμού αποδεικνύεται μέσω της ύπαρξης :

- πιστοποιητικών διακρίβωσης είτε εξωτερικού εργαστηρίου, είτε πιστοποιητικού του ιδίου εργαστηρίου στην περίπτωση διενέργειας εσωτερικών διακριβώσεων
- ετικετών σήμανσης, με την ημερομηνία της επόμενης επαναδιακρίβωσης
- αρχείων εξοπλισμού

γ) Κριτήρια αξιολόγησης των εξωτερικών εργαστηρίων

2.2 Έκτακτη διακρίβωση

Πέραν της προγραμματισμένης, επιβάλλεται η έκτακτη διακρίβωση ενός οργάνου, στις ακόλουθες περιπτώσεις :

- μετά από επιδιόρθωση, λόγω βλάβης, μέρους ή κύριου στοιχείου του οργάνου, το οποίο είναι δυνατόν να επηρεάζει τα μετρολογικά χαρακτηριστικά και ως εκ τούτου την κατάσταση διακρίβωσης του
- μετά την παραλαβή και πριν τη χρήση νέου οργάνου, το οποίο δε συνοδεύεται από πιστοποιητικό διακρίβωσης εξωτερικού φορέα
- όταν το όργανο εκτεθεί σε συνθήκες χρήσης και αποθήκευσης οι οποίες δεν προβλέπονται από τον κατασκευαστή και είναι δυνατόν να το αποδιακριβώσουν (π.χ. κακοποίηση, έκθεση σε ακραίες η ακατάλληλες συνθήκες)
- σε κάθε περίπτωση κατά την οποία ο χρήστης έχει οποιεσδήποτε επιφυλάξεις, υποψίες ή ενδείξεις εσφαλμένων μετρήσεων

3. Διαστήματα επαναδιακρίβωσης

3.1. Γενικά

Οι μετρητικοί εξοπλισμοί (συμπεριλαμβανομένων των προτύπων αναφοράς) πρέπει να επαναδιακριβώνονται σε ενδεδειγμένα χρονικά διαστήματα (κατά κανόνα περιοδικά), καθοριζόμενα επί τη βάσει της σταθερότητας μέτρησης, του σκοπού και των συνθηκών χρήσης των εξοπλισμών αυτών. Τα χρονικά διαστήματα πρέπει να είναι τέτοια ώστε η επαναδιακρίβωση να διεξάγεται εκ νέου πριν από κάθε πιθανή μεταβολή στην ακρίβεια, η οποία θεωρείται ως σημαντική για την χρήση του μετρητικού εξοπλισμού.
Τα χρονικά διαστήματα της επαναδιακρίβωσης δεν πρέπει να επιμηκύνονται, εκτός εάν τα αποτελέσματα προγενεστέρων διακριβώσεων παρέχουν οριστικές ενδείξεις ότι μία τέτοια επιμήκυνση δεν θα επηρεάσει αρνητικά την εμπιστοσύνη στην ακρίβεια του μετρητικού εξοπλισμού.

3.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τη συχνότητα επαναδιακρίβωσης

Μία σημαντική πτυχή της αποτελεσματικής λειτουργίας ενός συστήματος επαναδιακρίβωσης αποτελεί ο προσδιορισμός της μέγιστης περιόδου μεταξύ διαδοχικών επαναδιακριβώσεων των μετρητικών προτύπων και των μετρητικών εξοπλισμών. Η συχνότητα της επαναδιακρίβωσης επηρεάζεται από ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων [7]. Οι σημαντικότεροι αυτών είναι οι ακόλουθοι:

α) ο τύπος του μετρητικού εξοπλισμού
β) οι συστάσεις του κατασκευαστή
γ) οι πληροφορίες περί της τάσεως οι οποίες έχουν ληφθεί από καταγραφές σε αρχεία προγενεστέρων διακριβώσεων
δ) το καταγεγραμμένο ιστορικό τακτικής και έκτακτης συντήρησης
ε) η έκταση και ο βαθμός της χρήσης
ζ) η τάση για φθορά και για βαθμιαία απόκλιση
η) η συχνότητα διασταυρούμενων ελέγχων με άλλους μετρητικούς εξοπλισμούς

θ) η συχνότητα και ο τύπος των εσωτερικών ελεγκτικών διακριβώσεων
ι) οι περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, σκόνη, κραδασμοί κ.λ.π.)
ια) η επιδιωκόμενη ακρίβεια μέτρησης
ιβ) η βαρύτητα των συνεπειών από την αποδοχή ως ορθής μίας εσφαλμένης μετρηθείσας τιμής λόγω ελαττωματικού μετρητικού εξοπλισμού
ιγ) τις απαιτήσεις συναφών προτύπων ή προδιαγραφών για τις υπόψη μετρήσεις

Το κόστος της επαναδιακρίβωσης δεν μπορεί, κατά κανόνα, να αγνοηθεί κατά τον προσδιορισμό των διαστημάτων επαναδιακρίβωσης και μπορεί ως εκ τούτου να αποτελέσει έναν περιοριστικό παράγοντα. Από την παράθεση όλων των ανωτέρω παραγόντων καθίσταται προφανές ότι είναι αδύνατη η δημιουργία καταλόγου διαστημάτων επαναδιακρίβωσης ο οποίος να είναι καθολικώς εφαρμόσιμος. Είναι πιο χρήσιμη η παρουσίαση κατευθυντηρίων γραμμών ως προς τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να καθορισθούν τα διαστήματα επαναδιακρίβωσης και αργότερα, όταν το σύστημα επαναδιακρίβωσης λειτουργεί κανονικά, να ανασκοπούνται.
Υπάρχουν δύο θεμελιώδη και αντιτιθέμενα το ένα στο άλλο κριτήρια τα οποία πρέπει να εξισορροπηθούν όταν λαμβάνεται η απόφαση για τα διαστήματα επαναδιακρίβωσης. Αυτά είναι τα ακόλουθα:
α) η ελαχιστοποίηση της διακινδύνευσης να μην πληροί την προδιαγραφή ένας μετρητικός εξοπλισμός κατά την χρησιμοποίησή του
β) η ελαχιστοποίηση του κόστους της επαναδιακρίβωσης

3.3. Μέθοδοι προσδιορισμού των διαστημάτων επαναδιακρίβωσης

Ένα σύστημα το οποίο διατηρεί διαστήματα επαναδιακρίβωσης χωρίς ανασκόπηση και τα οποία προσδιορίζονται μόνο με την αποκαλούμενη τεχνική διαίσθηση, δεν θεωρείται ως επαρκώς αξιόπιστο. Μία ολόκληρη σειρά μεθόδων (αυτόματη ή κατά βήμα ρύθμιση, ελεγκτικά διαγράμματα, ημερολογιακός χρόνος, διάρκεια χρησιμοποίησης) διατίθεται για την αναθεώρηση των διαστημάτων επαναδιακρίβωσης. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στο ιστορικό της διακρίβωσης του μετρητικού εξοπλισμού και είναι:
Αυτόματη ή «κατά βήμα» ρύθμιση
Κάθε φορά όπου ένας μεμονωμένος μετρητικός εξοπλισμός επαναδιακριβώνεται σε τρέχουσα βάση, το επακολουθούν χρονικό διάστημα επιμηκύνεται εάν ο μετρητικός εξοπλισμός ευρεθεί να είναι εντός των ανοχών ή επιβραχύνεται όταν ευρεθεί να είναι εκτός αυτών. Αυτή η «κατά βήμα» μέθοδος μπορεί να οδηγήσει σε μία γρήγορη ρύθμιση των χρονικών διαστημάτων και διεξάγεται εύκολα, χωρίς γραφειοκρατία.
Ελεγκτικό διάγραμμα
Από κάθε επαναδιακρίβωση επιλέγονται τα ίδια σημεία διακρίβωσης και τα αποτελέσματα παριστάνονται γραφικώς συναρτήσει του χρόνου. Σημαντική μεταβολή των διαστημάτων επαναδιακρίβωσης έναντι των καθορισθέντων είναι επιτρεπτή χωρίς οι υπολογισμοί να απωλέσουν το κύρος τους. Η αξιοπιστία μπορεί να υπολογισθεί και τουλάχιστον θεωρητικά, η μέθοδος αυτή παρέχει το ορθό διάστημα επαναδιακρίβωσης. Επιπλέον, ο υπολογισμός της διασποράς θα καταδείξει εάν τα όρια τα οποία παρατίθενται στην προδιαγραφή από τον κατασκευαστή είναι λογικά και η ανάλυση μίας εντοπισθείσας βαθμιαίας απόκλισης μπορεί να βοηθήσει στη διάγνωση των αιτίων τα οποία την προκάλεσαν.

4. Επιλογή Εξωτερικών Φορέων Διακρίβωσης από το εργαστήριο Μάζας της C3T

Αποδεκτοί εξωτερικοί φορείς παροχής υπηρεσιών Μετρολογίας είναι οι εξής :

- Το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας (Ε.Ι.Μ.)
- Ξένα εθνικά Ινστιτούτα Μετρολογίας χωρών οι οποίες συμμετέχουν στη συμφωνία «αμοιβαίας αναγνώρισης»
- Διαπιστευμένα εργαστήρια από το ΕΣΥΔ με κατάλληλο πεδίο εφαρμογής Διαπίστευσης.
    - Διαπιστευμένα εργαστήρια από ξένους φορείς Διαπίστευσης, χωρών οι οποίες συμμετέχουν στη συμφωνία «αμοιβαίας αναγνώρισης», με κατάλληλο πεδίο εφαρμογής Διαπίστευσης.

5. Συμμετοχή σε διεργαστηριακές/ εσωτερικές αλληλοσυγκρίσεις

Η πληρότητα και επάρκεια του συστήματος διακριβώσεων, αλλά και ο γενικότερος συνολικός έλεγχος της αξιοπιστίας των μετρήσεων που διεκπεραιώνει το εργαστήριο ελέγχεται, εκτός των άλλων, και μέσω :

(A) της συμμετοχής του εργαστηρίου σε Εθνικά, Ευρωπαϊκά ή Διεθνή προγράμματα αλληλοσυγκρίσεων και αξιολόγησης ικανότητας μετρήσεων. Υποχρεωτική είναι η συμμετοχή στα προγράμματα της ΕΑ, του ΕΙΜ και του ΕΣΥΔ.

(B) της διενέργειας ενδιάμεσων ελέγχων

6. Πρότυπα βάρη

6.1 Εισαγωγή

Τα αντικείμενα που χρησιμοποιούνται ως πρότυπα για την υλοποίηση της μονάδας της μάζας και τη διάδοση της κλίμακας αυτής ονομάζονται πρότυπα βάρη [2]. Επειδή τα πρότυπα βάρη χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγω για τον έλεγχο ζυγιστικών οργάνων που σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται για την αντιστοίχιση κάποιου προϊόντος ή υπηρεσίας σε χρηματική αξία τα μετρολογικά τους χαρακτηριστικά καθορίζονται αυστηρά από το Διεθνή Οργανισμό Νομικής Μετρολογίας (OIML). Σύμφωνα με τη σύσταση R-111 του OIML [4] τα πρότυπα βάρη πρέπει να έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά όσον αφορά στο σχήμα τους, τις μαγνητικές τους ιδιότητες, την αντοχή, τη διάβρωση και την ποιότητα της επιφάνειάς τους, ώστε να εγγυώνται τη σταθερότητά τους. Επιπλέον, στη σύσταση καθορίζεται ότι:

• σετ βαρών αποτελούνται από τεμάχια με ονομαστικές τιμές σε σειρά $(1,2,2,5)x10^n$ με n = 0 ή κάποιο ακέραιο ώστε να επιτρέπουν την υλοποίηση οποιουδήποτε πολλαπλάσιου της μικρότερης ονομαστικής τιμής.

• τα πρότυπα βάρη με ονομαστικές τιμές από 1 mg έως 50 kg χωρίζονται σε τάξεις ακρίβειας ανάλογα με το οριζόμενο μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα στη συμβατική τιμή μάζας, με E1 αυτή με τη μέγιστη ακρίβεια και συνεχίζοντας με E2, F1, F2, M1, M2, και M3. Αναλυτικά οι τάξεις ακρίβειας κατά OIML δίνονται στον Πίνακα 1.

• η πυκνότητα των προτύπων βαρών πρέπει να είναι τέτοια ώστε απόκλιση 10% της πυκνότητας του αέρα από τη συμβατική τιμή των 1,2 kg/m^3 να οδηγεί σε σφάλμα όχι μεγαλύτερο από το 1/4 του μέγιστου επιτρεπτού σφάλματος κατά OIML.

Πίνακας 1. Τάξεις ακρίβειας προτύπων βαρών και μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα κατά OIML

NOMINAL VALUES	CLASS E1	CLASS E2	CLASS F1	CLASS F2	CLASS M1	CLASS M2	CLASS M3
1 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20		
2 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20		
5 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20		
10 mg	0.003	0.008	0.025	0.08	0.25		
20 mg	0.003	0.010	0.03	0.10	0.3		
50 mg	0.004	0.012	0.04	0.12	0.4		
100 mg	0.005	0.016	0.05	0.16	0.5	1.6	
200 mg	0.006	0.020	0.06	0.20	0.6	2.0	
500 mg	0.008	0.025	0.08	0.25	0.8	2.5	
1 g	0.010	0.030	0.10	0.3	1.0	3	10
2 g	0.012	0.040	0.12	0.4	1.2	4	12
5 g	0.016	0.050	0.16	0.5	1.6	5	16
10 g	0.020	0.060	0.20	0.6	2.0	6	20
20 g	0.025	0.080	0.25	0.8	2.5	8	25
50 g	0.030	0.10	0.30	1.0	3.0	10	30
100 g	0.05	0.16	0.5	1.6	5	16	50
200 g	0.10	0.30	1.0	3.0	10	30	100
500 g	0.25	0.8	2.5	8	25	80	250
1 kg	0.50	1.6	5	16	50	160	500
2 kg	1.0	3.0	10	30	100	300	1000
5 kg	2.5	8	25	80	250	800	2500
10 kg	5	16	50	160	500	1600	5000
20 kg	10	30	100	300	1000	3000	10000
50 kg	25	80	250	800	2500	8000	25000

Όταν ένα αντικείμενο πυκνότητας 8000 kg/m^3 ζυγίζεται σε θερμοκρασία 20°C και πυκνότητα αέρα 1,2 kg/m^3, τότε η συμβατική τιμή μάζας και η πραγματική μάζα είναι ίσες. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η συμβατική τιμή μάζας είναι μία ειδική περίπτωση φαινόμενης μάζας σε αυθαίρετα καθορισμένες κατόπιν συμβάσεως συνθήκες.

6.2 Περιβαλλοντικές συνθήκες

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες του εργαστηρίου παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στη λήψη σωστών αποτελεσμάτων στον ακριβή προσδιορισμό της μάζας βαρών λόγω της εξάρτησης από τη θερμοκρασία, σχετική υγρασία και ατμοσφαιρική πίεση των πυκνοτήτων του αέρα και των προτύπων βαρών. Ακόμη σπουδαιότερο όμως για την επίτευξη ακρίβειας είναι τυχόν μεταβολές της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας να είναι μικρές εντός του χώρου των μετρήσεων. Ο πίνακας 2 δείχνει τις μέγιστες μεταβολές αυτών των μεγεθών, ώστε η επίδρασή τους να είναι αμελητέα στα αποτελέσματα του προσδιορισμού της συμβατικής τιμής μάζας, σύμφωνα με τη σύσταση OIML R111. Επιπλέον, η γνώση της ατμοσφαιρικής πίεσης στην τοποθεσία του εργαστηρίου είναι απαραίτητη για μετρήσεις ακριβείας, αφού και αυτή η ποσότητα συνεισφέρει στον προσδιορισμό της πυκνότητας του αέρα.

Πίνακας 2. Περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη διακρίβωση πρότυπων βαρών

Τάξη Ακρίβειας	Μεταβολή Θερμοκρασίας	Μεταβολή Σχετικής Υγρασίας

E1	±0,3°C ανά ώρα με μέγιστη ±0,5°C ανά12 ώρες	±5% ανά 4 ώρες
E2	±0,7°C ανά ώρα με μέγιστη ±1,0°C ανά12 ώρες	±10% ανά 4 ώρες
F1	±1,5°C ανά ώρα με μέγιστη ±2,0°C ανά12 ώρες	±15% ανά 4 ώρες
F2	±2,0°C ανά ώρα με μέγιστη ±3,5°C ανά12 ώρες	±15% ανά 4 ώρες
M	±3,0°C ανά ώρα με μέγιστη ±5,0°C ανά12 ώρες	±20% ανά 4 ώρες

6.3 Εγκλιματισμός

Πέραν της σταθερότητας των περιβαλλοντικών συνθηκών του εργαστηρίου σημαντικό ρόλο στην ορθότητα του αποτελέσματος της διακρίβωσης, διαδραματίζει και η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του χώρου και αυτής του αντικειμένου προς διακρίβωση. Διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ του τοπικού περιβάλλοντος του αντικειμένου και του υπολοίπου χώρου θα δημιουργήσουν τόσο διαφορετική πυκνότητα του αέρα τοπικά, όσο και φαινόμενα συναγωγής με αποτέλεσμα αυτά τα δυναμικά φαινόμενα να επηρεάσουν το αποτέλεσμα της ζύγισης. Για το λόγο αυτό θεωρείται αναγκαίος ο εγκλιματισμός του αντικειμένου στις περιβαλλοντικές συνθήκες του εργαστηρίου για διάστημα που εξαρτάται από τη μάζα του, την επιζητούμενη ακρίβεια και τη διαφορά μεταξύ της αρχικής θερμοκρασίας του και αυτής του χώρου του εργαστηρίου. Στη σύσταση OIML R111 αναφέρονται οι απαιτούμενοι χρόνοι εγκλιματισμού, που πρέπει να τηρούνται για τη διακρίβωση προτύπων βαρών ανάλογα με την τάξη ακρίβειάς τους και οι οποίοι παρατίθενται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3. Απαιτούμενοι χρόνοι εγκλιματισμού προτύπων βαρών πριν τη διακρίβωση

ΔΤ*	**Ονομαστική Τιμή**	**Τάξη Ε1**	**Τάξη Ε2**	**ΤάξηF1**	**ΤάξηF2**	**ΤάξηΜ1 και άνω**
	10...50 kg	36 h	24 h	12 h	6 h	3 h
	1...5 kg	18 h	12 h	6 h	3 h	1 h
±20°C	100...500 g	6 h	5 h	3 h	2 h	1 h
	10...50 g	2 h	2 h	1 h	1 h	1 h
	<10 g	1 h	1 h	1 h	1 h	
	10...50 kg	24 h	12 h	6 h	3 h	1 h
	1...5 kg	12 h	6 h	2 h	1 h	1 h
±5°C	100...500 g	4 h	3 h	2 h	1 h	1 h
	10...50 g	2 h	2 h	1 h	1 h	1 h
	<10 g	1 h	1 h	1 h	1 h	
	10...50 kg	12 h	6 h	3 h	1 h	1 h
±2°C	1...5 kg	6 h	3 h	1 h	1 h	1 h
	100...500 g	3 h	2 h	1 h	1 h	0,5 h
	<100 g	1 h	1 h	1 h	1 h	0,5 h

	10...50 kg	6 h	3 h	1 h	0,5 h	
±0,5°C	1...5 kg	3 h	1 h	1 h	0,5 h	
	100...500 g	2 h	1 h	0,5 h	0,5 h	
	<100 g	0,5 h	0,5 h	0,5 h	0,5 h	

* διαφορά μεταξύ της αρχικής θερμοκρασίας του και αυτής του χώρου του εργαστηρίου

6.4 Καθαρισμός

Εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι η καθαριότητα της επιφάνειας του αντικειμένου προς διακρίβωση θα επηρεάσει επίσης το αποτέλεσμα της διακρίβωσης. Ο προφανής λόγος είναι ότι ξένα στερεά σωματίδια στην επιφάνεια μπορεί να αλλοιώσουν το αποτέλεσμα της ζύγισης. Εκτός από αυτό όμως, η κατάσταση της επιφάνειας επιδρά σε μεγάλο βαθμό στην ικανότητά της να προσροφά αέρια και έχουν γίνει αρκετές μελέτες για τη διευκρίνιση του ρόλου της στη μεταβολή της μάζας προτύπων βαρών, εξαιτίας αυτού του φαινομένου. Για την αποφυγή, όσο το δυνατόν, της αλλαγής της μάζας προτύπων βαρών λόγω αλλοίωσης της επιφάνειάς τους το OIML έχει ορίσει γεωμετρικά χαρακτηριστικά για αυτά. Σε ορισμένες περιπτώσεις όμως θα χρειασθεί να γίνει καθαρισμός, ιδιαίτερα στην περίπτωση που το βάρος μετά από σημαντική χρήση έχει ξεπεράσει τα όρια ανοχής μιας συγκεκριμένης τάξης ακρίβειας. Οι απλούστερες μέθοδοι καθαρισμού [6], που μπορούν να εφαρμοστούν κατά περίπτωση είναι οι ακόλουθες:

- απομάκρυνση σκόνης και άλλων ξένων σωματιδίων με τη χρήση μαλακού πινέλου υφάσματος ή δέρματος, προσέχοντας να μην αλλοιωθεί η επιφάνειά του (αναφέρεται σε πρότυπα κασετινών).
- απομάκρυνση σκόνης και άλλων ξένων σωματιδίων με τη χρήση ροής ξηρού αέρα, προσέχοντας να μην αλλοιωθεί η επιφάνειά του (αναφέρεται σε πρότυπα χαμηλής τάξης ορθογωνικού σχήματος με χειρολαβή).
- χρήση κάποιου διαλύτη για την απομάκρυνση ακαθαρσιών σημαντικών ποσοτήτων που δεν μπορούν να απομακρυνθούν με τον παραπάνω τρόπο, όπως δις - αποσταγμένο νερό, καθαρή αλκοόλη ή μεθανόλη ή ισοπροπυλική αλκοόλη καθώς και η χρήση λουτρού υπερήχων.

Στην περίπτωση χρήσης διαλυτών και εάν το πρότυπο βάρος έχει θάλαμο ρύθμισης, πρέπει να εξασφαλιστεί η μη-εισχώρηση του διαλύτη σε αυτόν. Επίσης πρέπει να προβλεφθεί κάποιο επιπλέον χρονικό διάστημα για την πλήρη εξάτμιση του διαλύτη. Οι απαιτούμενοι χρόνοι εξισορρόπησης, ανάλογα με την τάξη ακρίβειας του πρότυπου βάρους, όπως αναφέρονται στη σύσταση OIML R111 παρατίθενται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4. Απαιτούμενοι χρόνοι εξισορρόπησης προτύπων βαρών μετά τον καθαρισμό τους με διαλύτη

Τάξη Ακρίβειας	**E1**	**E2**	**F1**	**F2 έως M3**
Καθαρισμός με αιθυλική αλκοόλη	7…10 ημέρες	3…6 ημέρες	1...2 ημέρες	1 ώρα
Καθαρισμός με δισ-αποσταγμένο νερό	4…6 ημέρες	2…3 ημέρες	1 ημέρα	1 ώρα

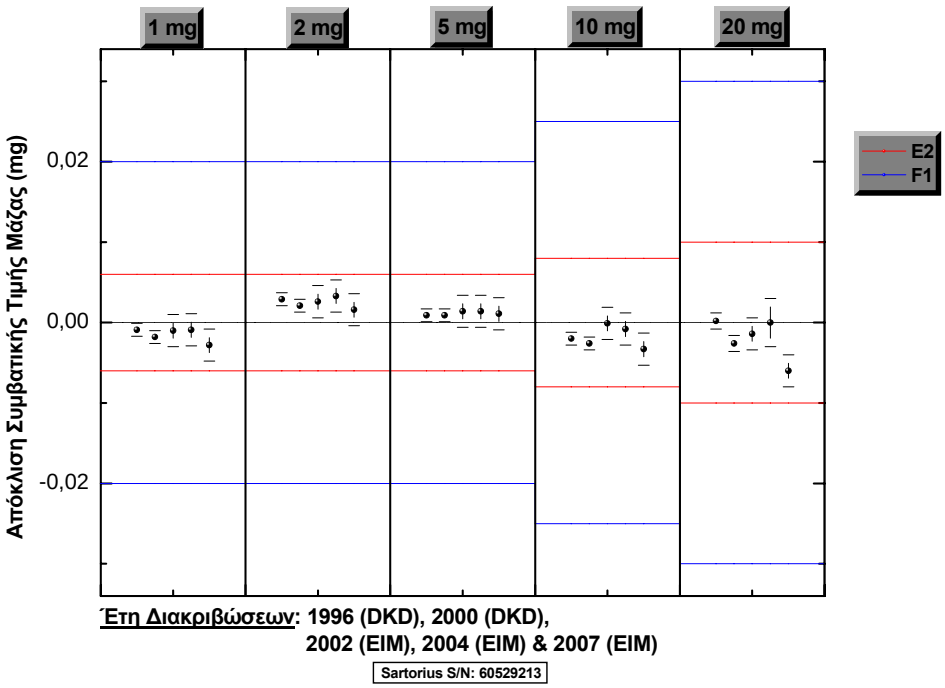
6.5 Χειρισμός

Ο χειρισμός των προτύπων βαρών πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η ολίσθηση της τιμής της μάζας τους και συνίσταται στην εφαρμογή των παρακάτω:

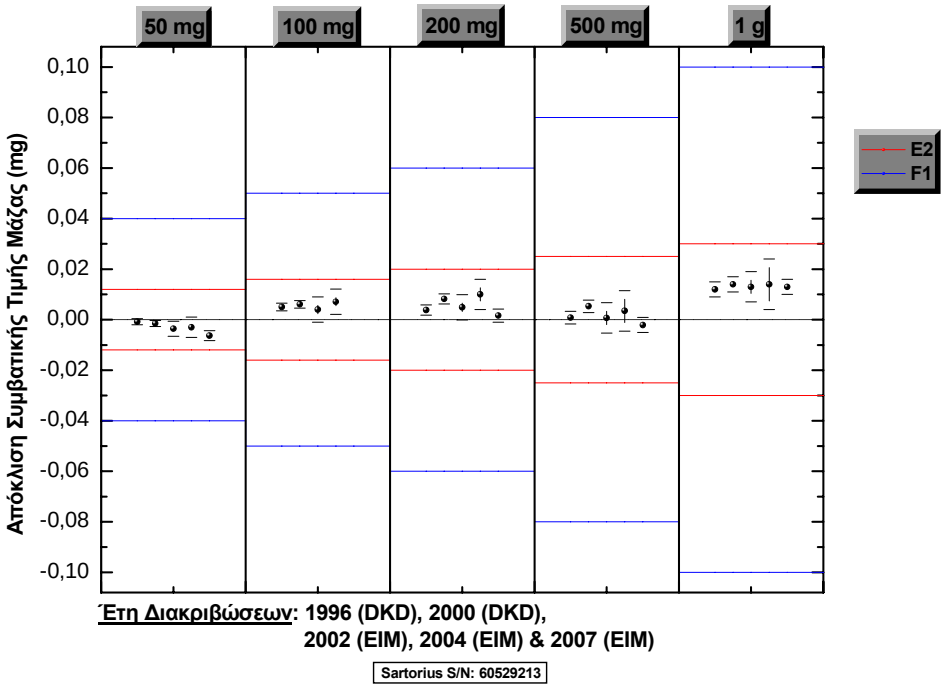
- αποφυγή χτυπημάτων για την αποφυγή αλλοίωσης της επιφάνειάς τους
- αποφυγή παρουσίας παρόμοιων προτύπων κατά τον έλεγχο του προς διακρίβωση βάρους, στο χώρο γύρω από το ζυγό
- χρήση μαλακών γαντιών και ειδικής λαβίδας (ένδειξη καλής εργαστηριακής πρακτικής GLP) για την αφαίρεση του προτύπου από την κασετίνα ή τη θήκη, είτε πρόκειται για εξέταση, είτε για καθαρισμό, είτε για εγκλιματισμό, είτε για διακρίβωση
- καθαρισμός με χρήση μαλακού πινέλου για την απομάκρυνση ξένων σωματιδίων από την επιφάνειά τους.
- αποφυγή της επαφής τους με μεταλλικά μέρη για την αποφυγή «τραυματισμού» της επιφάνειάς τους.
- αποφυγή επαφής με γυμνά χέρια
- παραμονή προτύπων βαρών έξω από τις κασετίνες τους μόνο κατά τη διάρκεια καθαρισμού, εγκλιματισμού και διακρίβωσης.

7. Ιστορικό διακρίβωσης προτύπων βαρών C3T

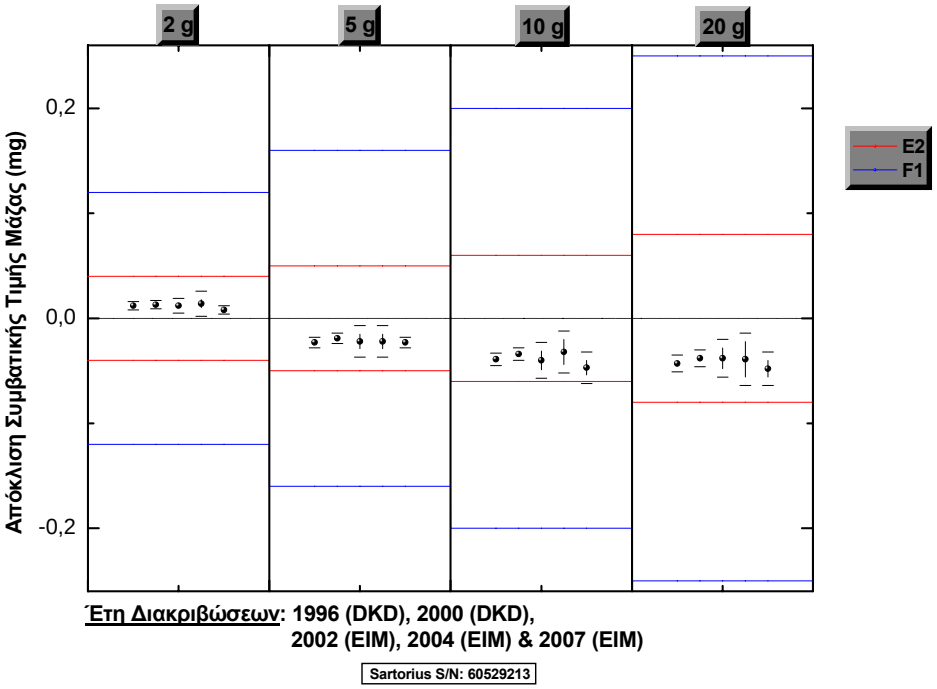
Το εργαστήριο τηρώντας τις συνθήκες χειρισμού, αποθήκευσης και καθαρισμού υλοποιεί διακριβώσεις στα πρότυπα αναφοράς που διαθέτει (τάξης ακρίβειας κατά OIML E2), από το 1996 έως σήμερα, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στα διαγράμματα που ακολουθούν



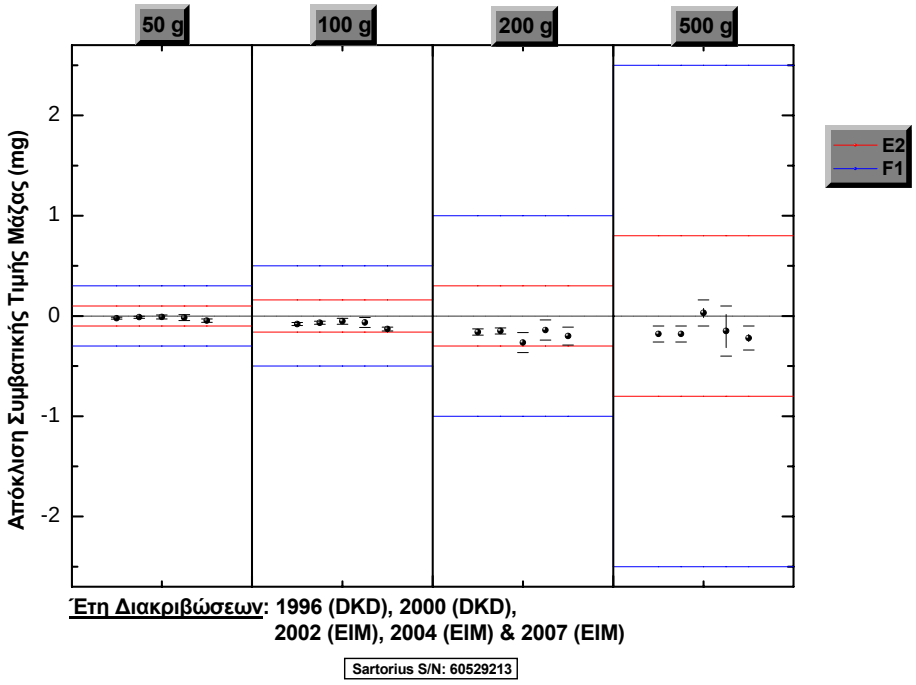
Σχήμα 1: *Διακριβώσεις προτύπων βαρών 1, 2, 5, 10 και 20 mg, τάξης ακρίβειας E2 κατά OIML.*



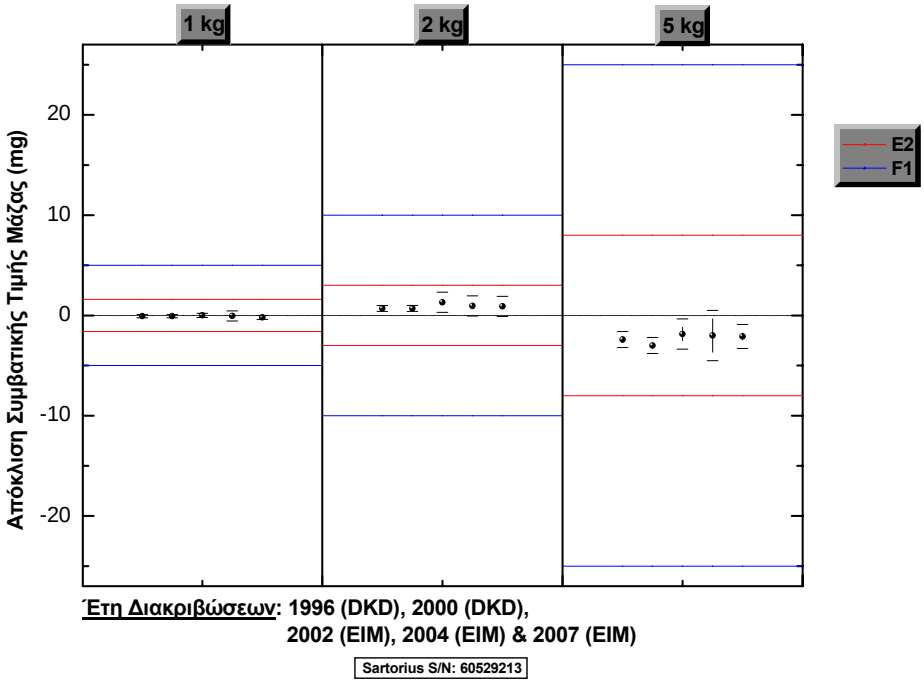
Σχήμα 2: *Διακριβώσεις προτύπων βαρών 50, 100, 200, 500 mg και 1 g, τάξης ακρίβειας E2 κατά OIML.*



Σχήμα 3: *Διακριβώσεις προτύπων βαρών 2, 5, 10 και 20 g, τάξης ακρίβειας E2 κατά OIML.*



Σχήμα 4: *Διακριβώσεις προτύπων βαρών 50, 100, 200 και 500 g, τάξης ακρίβειας E2 κατά OIML.*



Σχήμα 5: *Διακριβώσεις προτύπων βαρών 1, 2 και 5 kg, τάξης ακρίβειας E2 κατά OIML.*

8. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία αποδεικνύεται πως:

- Το ελεγκτικό διάγραμμα αποτελεί ένα πολύ καλό μέσο ελέγχου, διότι είναι δυνατό να εκτιμηθεί η πιθανή ύπαρξη ολίσθησης της μάζας των προτύπων βαρών και ως εκ τούτου να προσδιοριστεί το χρονικό διάστημα της επόμενης διακρίβωσης.
- Η εφαρμογή κανόνων GLP (Good Laboratory Practice) για το χειρισμό, καθαρισμό και αποθήκευση προτύπων βαρών τάξης ακρίβειας κατά OIML E2, διασφαλίζει σε εξαιρετικά ικανοποιητικό βαθμό την διατήρηση των μετρολογικών τους χαρακτηριστικών, για εκτεταμένα χρονικά διαστήματα, άνω της δωδεκαετίας.
- Με βάση την υπάρχουσα προϊστορία διακριβώσεων, η πρόταση της οδηγίας ΚΟ1-ΚΡΙΤΕ του ΕΣΥΔ για προσαύξηση του χρόνου επαναδιακρίβωσης το πολύ 100% του αρχικού, θεωρείται συντηρητική.

9. Βιβλιογραφία

[1] ISO 10012:2003, 'Measurement management systems-requirements for measurement processes and measuring equipment'.

[2] Χ. Μήτσας, 'Διακρίβωση προτύπων βαρών', ΕΙΜ ΜΜ-ΜΑ-02α:2003.

[3] ΕΣΥΔ ΚΟ1-ΚΡΙΤΕ:2006, 'Συστήματα Μέτρησης και Διακρίβωσης'.

[4] OIML R-111-1 2004: 'Weights of classes E_1, E_2, F_1, F_2, M_1, M_{1-2}, M_2, M_{2-3} and M_3. Metrological and technical requirements'.

[5] ISO 17025:2005: 'General requirements for the competence of testing and calibration laboratories'.

[6] NPL: 'Cleaning, handling and storage of weights'.

[7] OIML D 10:2003: 'Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments'.