



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

# Έλεγχος και Διασφάλιση Ποιότητας

Ενότητα 6: Διακρίβωση ζυγών

Κουμπάρης Μιχαήλ

Τμήμα Χημείας

Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας

# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΣΤΑΘΜΩΝ (1)

- Ταξινόμηση σταθμών σύμφωνα με υποδείξεις International Organisation of Legal Metrology (OIML):
- Κάθε τάξη καθορίζει μέγιστα επιτρεπτά σφάλματα με βάση την περιοχή ονομαστικών τιμών μάζας, αλλά και η τάξη που μπορεί να αποδοθεί σε ένα σταθμό εξαρτάται από το υλικό, την πυκνότητα, την αντοχή στη διάβρωση, τη σκληρότητα, αντοχή στη φθορά χρήσης, το εύθραυστον, μαγνητικές ιδιότητες, κατασκευή και το φινίρισμα της επιφάνειας.



# ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΤΑΘΜΩΝ

- Κατά σειρά μειούμενης ακρίβειας
- Τάξη E1
- Τάξη E2
- Τάξη F1
- Τάξη F2
- Τάξη M1
- Τάξη M2
- Τάξη M3



# Σταθμά τάξης E1

- Τάξη υψηλότερης ακρίβειας
- Χρησιμοποιούνται για ιχνηλασιμότητα μεταξύ εθνικών προτύπων μάζας και σταθμών τάξεως E2 και χαμηλότερων.
- Το μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα από ονομαστική τιμή στο 1 kg είναι  $\pm 0,5$  mg.



# Σταθμά τάξης E2

- Κατάλληλα για χρήση για ιχνηλασιμότητα για σταθμά τάξεως F1 ή χαμηλότερης.
- Για ζυγούς με ακρίβεια τάξεως I κατά OIML.
- Το μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα από ονομαστική τιμή στο 1 kg είναι  $\pm 1,5$  mg.



# Σταθμά τάξης F1

- Κατάλληλα για χρήση για ιχνηλασιμότητα για σταθμά τάξεως F2 ή χαμηλότερης.
- Για ζυγούς με ακρίβεια τάξεως I κατά ΟΙΜΛ.
- Το μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα από ονομαστική τιμή στο 1 kg είναι  $\pm 5$  mg.



# Σταθμά τάξης F2

- Κατάλληλα για χρήση για ιχνηλασιμότητα για σταθμά τάξεως M1 ή χαμηλότερης.
- Για ζυγούς με ακρίβεια τάξεως II κατά OIML.
- Για χρήση σε εμπορικές συναλλαγές υψηλής αξίας (χρυσός, πολύτιμοι λίθοι).
- Το μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα από ονομαστική τιμή στο 1 kg είναι  $\pm 15$  mg.



# Σταθμά τάξης M1

- Κατάλληλα για χρήση για ιχνηλασιμότητα για σταθμά τάξεως M2 ή χαμηλότερης.
- Για ζυγούς με ακρίβεια τάξεως II κατά OIML.
- Το μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα από ονομαστική τιμή στο 1 kg είναι  $\pm 50$  mg.





# Σταθμά τάξης M2

- Κατάλληλα για χρήση για ιχνηλασιμότητα για σταθμά τάξεως M3.
- Για ζυγούς με ακρίβεια τάξεως III κατά OIML.
- Χρησιμοποιούνται για εμπορικές συναλλαγές για προϊόντα που πωλούνται κατά βάρος.
- Το μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα από ονομαστική τιμή στο 1 kg είναι  $\pm 150$  mg.



# Σταθμά τάξης M3

- Για ζυγούς με ακρίβεια τάξεως III ή IV κατά OIML.
- Το μέγιστο επιτρεπτό σφάλμα από ονομαστική τιμή στο 1 kg είναι  $\pm 500$  mg.



# Σταθμά – Παρατηρήσεις (1)

- Για σκοπούς διαπίστευσης δεν είναι ανάγκη να χρησιμοποιούνται σταθμά πιστοποιημένα κατά ΟΙΜΛ.
- Υπάρχουν διαθέσιμα σταθμά αντίστοιχης ακρίβειας που συμμορφώνονται σε άλλα πρότυπα.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σταθμά οποιοδήποτε τύπου που έχουν τα κατάλληλα χαρακτηριστικά σταθερότητας και ακρίβειας για το περιβάλλον και τη σκοπούμενη χρήση.



# Σταθμά – Παρατηρήσεις (2)

- Πολλά σταθμά έχουν οπές για πλήρωση με χαλαρό υλικό για ρύθμιση της ολικής μάζας του σταθμού.
- Αυτό το υλικό δεν πρέπει να γίνει σκόνη, να μην οξειδώνεται σε επαφή με τον αέρα ή το μέταλλο του σταθμού.
- Το υλικό πλήρωσης πρέπει να έχει την ίδια πυκνότητα με το υλικό του σταθμού.
- Εάν έχει διαφορετική πυκνότητα, ο όγκος που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι αρκετά μικρός έτσι ώστε να μην αλλάζει (το μέγιστο 10%) την ολική πυκνότητα του σταθμού.



# Διακρίβωση Σταθμών

- Απαιτείται τακτική διακρίβωση.
- Η συχνότητα διακρίβωσης εξαρτάται από το μέγεθος ολίσθησης μεταξύ διαδοχικών διακριβώσεων (εντός αποδεκτών τιμών).
- Συνιστάται η κατασκευή διαγράμματος (μάζα ως προς χρόνο) για κάθε σταθμό.



# Φύλαξη - Χειρισμός Σταθμών

- Διατηρούνται πάντοτε καθαρά.
- Εκτός των σταθμών χυτοσιδήρου, τα σταθμά δεν πρέπει χειρίζονται με γυμνά χέρια.
- Χρησιμοποιούνται λαβίδες (πλαστικές ή με πλαστικά επικαλύμματα στα άκρα) ή μη τριβόμενα γάντια.
- Δεν πρέπει να αφήνονται να λερωθούν γιατί κάθε καθαρισμός (εκτός ελαφρού ξεσκονίσματος με μαλακή βούρτσα) αλλάζει τη μάζα του σταθμού και απαιτεί επαναδιακρίβωση.
- Εάν απαιτείται καθαρισμός, αποφεύγονται έντονο βούρτσισμα ή χρήση καθαριστικών και στιλβωτικών.
- Εάν χρησιμοποιηθεί καθαρό νερό ή κάποιος οργανικός διαλύτης, απαιτείται περίοδος σταθεροποίησης, μερικές ώρες μέχρι εβδομάδες, ανάλογα με τάξη ακρίβειας και το υλικό του σταθμού.
- Για την αποφυγή εκτεταμένης φθοράς, να αποφεύγεται η επαφή μετάλλου – μετάλλου με τα σταθμά.



# Διακρίβωση Σταθμών

- Τα σταθμά που χρησιμοποιούνται, είτε για ζυγίσεις είτε για τη διακρίβωση ζυγών πρέπει να έχουν διακριβώσεις ιχνηλάσιμες σε εθνικά πρότυπα, και πρέπει να έχουν την ακρίβεια ή αβεβαιότητα των μετρήσεων που απαιτείται.
- Μια διακρίβωση αναγνωρίζεται ως ιχνηλάσιμη από το φορέα διαπίστευσης όταν συνοδεύεται από κατάλληλο πιστοποιητικό διακρίβωσης που χορηγείται από:
  - Το Εθνικό Ινστιτούτο (Εργαστήριο) Μετρολογίας της χώρας ή άλλης χώρας που καλύπτεται από την αμοιβαία αναγνώριση.
  - Από Εργαστήριο Διακριβώσεων που έχει διαπιστευθεί για μάζα από τον Εθνικό Φορέα Διαπίστευσης ή Φορέα Διαπίστευσης άλλης χώρας που καλύπτεται από την αμοιβαία αναγνώριση.
  - Εσωτερική Διακρίβωση από το ίδιο το Εργαστήριο, σύμφωνα με διαδικασία που έχει αξιολογηθεί ως κατάλληλη από το Φορέα Διαπίστευσης. Μπορεί να γίνει με χρήση σταθμών αναφοράς που ανήκουν στο Εργαστήριο ή με χρήση κατάλληλα διακριβωμένου ζυγού.



# ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΖΥΓΩΝ (1)

- Πριν τεθεί ένας ζυγός σε χρήση, πρέπει να ελεγχθεί στη θέση χρήσεως ότι λειτουργεί σωστά.
- Ο έλεγχος επαναλαμβάνεται εάν αλλάξει η θέση χρήσεως.
- Οι ζυγοί επηρεάζονται σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό από:
  - Ρεύματα αέρα
  - Δονήσεις
  - Ακατάλληλη επιφάνεια στήριξης
  - Αλλαγές θερμοκρασίας (είτε διαμέσου του ζυγού, είτε με το χρόνο).
  - Οι ηλεκτρονικοί ζυγοί επηρεάζονται και από άλλους παράγοντες ή προκαλούνται σφάλματα από τον τρόπο αλληλεπίδρασης με τα σταθμά (ηλεκτρική ή ηλεκτρομαγνητική παρεμπόδιση, μαγνητικές επιδράσεις).





## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΖΥΓΩΝ (2)

- Μερικές επιδράσεις εμφανίζονται ως αστάθεια στις ενδείξεις ζύγισης.
- Άλλες προκαλούν σταθερά σφάλματα ένδειξης χωρίς να είναι εμφανή.
- Η χρήση του ζυγού για κάποιο χρόνο δεν συνεπάγεται και ορθή μέτρηση.



# ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (1)

- Τα ρεύματα αέρα επηρεάζουν την ακρίβεια της ζύγισης.
  - Αποκλεισμός ρευμάτων (μακριά από πόρτες, παράθυρα, κλιματιστικά).
  - Προφύλαξη ζυγού από ρεύματα (χρήση προστατευτικού θαλάμου).
  - Εάν χρησιμοποιηθεί μόνιμος θάλαμος να μη κρατάει μόνιμα στατικά φορτία.
- Εάν υπάρχει ανάγκη τοποθέτησης ζυγού δίπλα σε παράθυρο
  - Χρήση καλύμματος (κουρτίνα, κλπ) για αποφυγή άμεσου ηλιακού φωτός και ρευμάτων λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας.



## ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (2)

- Αποφυγή τοποθέτησης ζυγού πάνω ή δίπλα από πηγή θερμότητας (σώματα καλοριφέρ, φούρνοι)
  - Προκαλούν προβλήματα μέτρησης λόγω άμεσης θέρμανσης και ύπαρξης ανοδικών ρευμάτων στον αέρα.



# ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΙ ΔΟΝΗΣΕΙΣ

- Η ύπαρξη δόνησης μπορεί συχνά να γίνει αντιληπτή με την επαφή της επιφάνειας στήριξης με τα δάκτυλα.
- Εύρεση θέσεως μη επηρεαζόμενη από δονήσεις ή ευκαμψία.
- Η καταλληλότητα της επιφάνειας στήριξης μπορεί να ελεγχθεί με ελαφρά κτυπήματα και φόρτιση της επιφάνειας δίπλα στο ζυγό κατά τη διάρκεια ζύγισης μικρού βάρους.
- Απαιτείται επιφάνεια στήριξης σταθερή με ικανότητα απορρόφησης δονήσεων.
- Προσοχή στο «αλφάδιασμα» του ζυγού χρησιμοποιώντας τη φουσαλίδα που φέρει η συσκευή.



# ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΕΙΣ (1)

- Οι περιοχές όπου χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικοί ζυγοί, περιλαμβανομένων γειτονικών δωματίων) πρέπει να ελέγχονται για πιθανή ηλεκτρική, ηλεκτρομαγνητική ή μαγνητική παρεμπόδιση.
- Επαγωγικοί κλίβανοι (induction furnaces) μπορεί να είναι πολύ «θορυβώδεις» και στις τρεις μορφές παρεμποδίσεων.
- Άνοιγμα μηχανών, φούρνων και άλλων συσκευών θέρμανσης μπορεί να δημιουργήσουν «παρεμποδίσεις γραμμής» από τη τροφοδοσία.



# ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΕΙΣ (2)

- Κινητά τηλέφωνα, ραδιόφωνα «walkie-talkie”, κέντρα ραδιοεπικοινωνίας, ραδιοπομποί άμεσης ανάγκης και συσκευές που δημιουργούν εκκενώσεις μπορεί να προκαλέσουν παρεμποδίσεις που αλλάζουν την ένδειξη μερικών ζυγών κατά την ύπαρξη πεδίου ραδιοκυμάτων.
  - Έλεγχος της ακρίβειας της ζύγισης με άνοπιγμα - κλείσιμο της συσκευής
  - Απομόνωση του ζυγού από την πηγή παρεμπόδισης
  - Αλλαγή θέσεως ζυγού
  - Αγορά ζυγού λιγότερο επιδεκτού σε παρεμποδίσεις
  - Αγορά εξοπλισμού με επισήμανση CE που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της οδηγίας Electromagnetic Compatibility (EMC)



# ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ (1)

- Πολλοί σύγχρονοι ζυγοί χρησιμοποιούν ισχυρούς μαγνήτες κατά τη λειτουργία τους, με αποτέλεσμα να υπάρχει συχνά μαγνητικό πεδίο πάνω και γύρω από το δίσκο φορτίου.
- Πιθανή η αλληλεπίδραση μεταξύ του φορτίου στο δίσκο και του μαγνήτη εντός του ζυγού, με αποτέλεσμα σφάλμα στην ένδειξη της μέτρησης.
- Η επίδραση αυξάνει με τη μαγνητική σχετική δεκτικότητα του υπό ζύγιση υλικού. Τέτοια υλικά είναι:
  - Ανοξείδωτος χάλυβας
  - Σίδηρος (περιλαμβανομένων χωνευτηρίων)
  - Χυτοσίδηρος (μαντέμι)
  - Καρβίδιο βολφραμίου
  - Υλικά κοβαλτίου
  - Σπάνιες γαίες



## ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ (2)

- Μετακινώντας μια πυξίδα χειρός πάνω από το δίσκο φορτίου και στο γύρω χώρο θα δείξει την ύπαρξη μαγνητικού πεδίου.
- Ράβδοι σιδήρου σε οπλισμένο σκυρόδεμα, ηλεκτρικά καλώδια, μοτέρ και άλλες κατασκευές μπορεί να δημιουργήσουν μαγνητικά πεδία που ανιχνεύονται από την πυξίδα και μπορούν επίσης να προκαλέσουν σφάλματα στη μέτρηση ζύγισης.
- Εάν εμφανισθεί μαγνητικό πεδίο πρέπει να ελεγχθεί εάν είναι σημαντικό.





# ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ (3)

## Έλεγχος Σημαντικότητας (1)

- Επιλογή αντικειμένων προς ζύγιση και έλεγχος με κίνηση της πυξίδας γύρω τους για την εύρεση αυτών που προκαλούν τη μέγιστη απόκλιση της βελόνας της πυξίδας.
- A1) Ζύγιση του αντικειμένου με τοποθέτηση μεταξύ δίσκου και αντικειμένου ενός μη μαγνητικού υλικού, π.χ. κενή θήκη δισκέτας υπολογιστή 3,5 ιντζών.
- A2) Επανάληψη ζύγισης με το μη μαγνητικό υλικό στην κορυφή του αντικειμένου (άμεση επαφή αντικειμένου και δίσκου).
- Το βάρος των δύο ζυγίσεων πρέπει να είναι το ίδιο.
- Επανάληψη των δύο ζυγίσεων για επιβεβαίωση τυχόν διαφορών.



# ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ (4)

## Έλεγχος Σημαντικότητας (2)

- B1) Ζύγιση αντικειμένου χωρίς το μη μαγνητικό υλικό.
- B2) Επανάληψη ζύγισης με αναποδογυρισμένο το αντικείμενο.
- Επανάληψη των δύο ζυγίσεων για επιβεβαίωση πιθανόν διαφορών.
- Αξιολόγηση:
  - Εάν δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ελέγχων A1-A2 και B1-B2 ο ζυγός δεν έχει προβλήματα ενδείξεων λόγω μαγνητικού πεδίου.
  - Εάν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ελέγχων A1-A2 αλλά όχι των ελέγχων B1-B2, τότε το αντικείμενο ζύγισης δεν μαγνητίσθηκε μόνιμα, αλλά ο ζυγός παρουσιάζει σφάλμα ένδειξης για αντικείμενα με αυξημένη μαγνητική δεκτικότητα.
  - Εάν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ελέγχων A1-A2 και B1-B2 τότε το αντικείμενο μαγνητίσθηκε μόνιμα. Ο ζυγός παρουσιάζει σφάλμα ένδειξης για υλικά με μαγνητική δεκτικότητα.



# ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ (5)

## Διορθωτικές Ενέργειες

- Εάν αποδειχθεί σημαντική η μαγνητική επίδραση:
  - Αλλαγή του υλικού (χωνευτήρια, φιαλίδια) με υλικά μικρότερης μαγνητικής επιδεκτικότητας.
  - Χρήση μη μαγνητικού διαχωριστή (spacer) μεταξύ δίσκου και αντικειμένου ζύγισης (σωλήνας αλουμινίου). Η αναγκαία απόσταση επιλέγεται πειραματικά.
  - Αντικατάσταση του ζυγού με άλλο με μικρότερη μαγνητική παρεμπόδιση.



# ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΩΣΗΣ

## BUOYANCY EFFECTS (1)

- Οι ζυγοί διακριβώνονται από διαπιστευμένα εργαστήρια με βάση τη συμβατική (conventional) μάζα.
- Εάν απαιτείται η αληθής μάζα του αντικειμένου ή εάν απαιτείται η συμβατική μάζα, αλλά η πυκνότητα του αέρα δεν είναι  $1,2 \text{ kg/m}^3$  τότε πρέπει να γίνει διόρθωση της άνωσης του αέρα.
- Η διόρθωση εξαρτάται από:
  - Την πυκνότητα του αντικειμένου προς ζύγιση
  - Την πυκνότητα του αέρα τη στιγμή της μέτρησης
- Δεν απαιτείται διόρθωση για τη συμβατική μάζα εάν η πυκνότητα του αέρα είναι  $1,2 \text{ kg/m}^3$ . Η διόρθωση γίνεται με υπολογισμό συντελεστών.
- Για ζυγίσεις ρουτίνας δεν απαιτείται η διόρθωση άνωσης.



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΖΥΓΟΥ

## ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (1)

- Ο ζυγός πρέπει να διακριβώνεται τακτικά σε όλη την περιοχή του (range).
- Όταν χρησιμοποιείται μόνο σε ένα μέρος της περιοχής του, η διακρίβωση μπορεί να περιορισθεί σε αυτή την περιοχή. Απαιτείται επισήμανση επί του ζυγού για την περιορισμένη περιοχή.
- Εάν η περιορισμένη περιοχή είναι το 5-10% του μέγιστου φορτίου (capacity), η ακρίβεια μπορεί να μην είναι ικανοποιητική (χρήση ζυγού μικρότερου μέγιστου φορτίου).



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΖΥΓΟΥ

## ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (2)

- Η διακρίβωση ζυγού μπορεί να γίνει εσωτερικά με διαδικασία που αξιολογείται από το φορέα διαπίστευσης, χρησιμοποιώντας σταθμά διακριβωμένα με ιχνηλασιμότητα.
- Η εσωτερική διακρίβωση είναι εφικτή για μεγάλους οργανισμούς που έχουν μεγάλο αριθμό ζυγών.
- Για μικρά εργαστήρια με μικρό αριθμό ζυγών πρέπει να γίνει μια μελέτη κόστους – κέρδους.
- Εναλλακτικά, η διακρίβωση ανατίθεται σε Εξωτερικό Εργαστήριο Διακριβώσεων με κατάλληλη διαπίστευση.



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΖΥΓΟΥ

## ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (3)

- Εναλλακτικά, η διακρίβωση ανατίθεται σε Εξωτερικό Εργαστήριο Διακριβώσεων με κατάλληλη διαπίστευση.
- Εάν χρησιμοποιηθεί μη διαπιστευμένο εργαστήριο απαιτείται τεκμηρίωση τεχνικής επάρκειας, ικανότητας μέτρησης και ιχνηλασιμότητας.
- Εάν διαπιστευμένο εργαστήριο διακριβώσεων δεν χρησιμοποιεί λογότυπο στο πιστοποιητικό απαιτείται τεκμηρίωση ιχνηλασιμότητας.



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΖΥΓΟΥ

## ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (4)

- Απαιτήσεις για εσωτερική διακρίβωση:
  - Γραπτή διαδικασία διακρίβωσης
  - Διάθεση σταθμών αναφοράς με ιχνηλάσιμη διακρίβωση
  - Τεχνική επάρκεια εκτέλεσης εσωτερικών διακριβώσεων
- Τεκμηρίωση τεχνικής επάρκειας εργαστηρίου (τουλάχιστον ένα στέλεχος να διαθέτει):
  - Ικανή τεχνική εκπαίδευση
  - Εμπειρία αναλυτικών ζυγών
  - Εξουσιοδότηση για εσωτερική διακρίβωση





# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΖΥΓΟΥ

## ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (5)

- Τα σταθμά που χρησιμοποιούνται για τη διακρίβωση ενός ζυγού πρέπει να είναι κατάλληλα για την ακρίβειά του.
- Σε κάθε περίπτωση, όπου είναι δυνατόν, τα σταθμά πρέπει να έχουν αβεβαιότητα (επίπεδο εμπιστοσύνης 95%) μικρότερη από το ήμισυ του ελάχιστου ψηφίου ή του διαστήματος κλίμακας.
- Εάν χρησιμοποιηθεί ομάδα σταθμών, η ανωτέρω απαίτηση ισχύει για το αριθμητικό άθροισμα των αβεβαιοτήτων.
- Αυτό εξασφαλίζει ότι η αβεβαιότητα των σταθμών δεν θα προκαλέσει αυξημένο σφάλμα.
- Για παράδειγμα, για ψηφιακό ζυγό με ελάχιστο ψηφίο 0,1 mg, το άθροισμα αβεβαιοτήτων των σταθμών πρέπει να είναι μικρότερο του 0,05 mg.



# ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΜΗΔΕΝΟΣ (ZERO – TRACKING)

- Μερικοί ηλεκτρονικοί ζυγοί διαθέτουν δυνατότητα παρακολούθησης μηδενός.
- Όταν ο ζυγός μηδενίζεται όταν είναι αφόρτιστος ή για μηδενισμό «τάρας» (tared) όταν είναι φορτισμένος, η παρακολούθηση μηδενός θα κρατήσει την ένδειξη «κλειδωμένη» στο μηδέν, υπό την προϋπόθεση ότι κάθε αυξητική διαφορά φορτίου δεν είναι μεγαλύτερη από προεπιλεγμένη ποσότητα, συνήθως  $\frac{1}{2}$  του μικρότερου ψηφίου.
- Αυτό σημαίνει ότι εάν υπάρχει μια αργή μεταβολή φορτίου στην ένδειξη μηδέν, που είναι σημαντική για τη μέτρηση, για να γίνει αντιληπτή, πρέπει να ακυρωθεί η δυνατότητα παρακολούθησης μηδενός, με αλλαγή των ρυθμίσεων του λογισμικού ή με προσθήκη μικρού σταθμού καθόλη τη διάρκεια της ζύγισης.



# ΔΟΚΙΜΕΣ

- Οι ζυγοί όλων των τύπων πρέπει να δοκιμάζονται (“exercised”) με φορτίσεις κοντά στο μέγιστο φορτίο (maximum capacity) ή το φορτίο χρήσεως (service load), πολλές φορές πριν από τη διακρίβωση ή τη χρήση.



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ (1)

- Η συχνότητα διακρίβωσης εξαρτάται από τον τύπο του ζυγού και τη χρήση του.
- Ο ζυγός διακριβώνεται πλήρως (full calibration) τουλάχιστον ετησίως, εκτός εάν τεκμηριωθεί από διαδοχικές διακριβώσεις ότι ο ζυγός παραμένει σταθερά εντός των αποδεκτών ορίων, οπότε και το διάστημα μπορεί να επεκταθεί ή να μειωθεί.
- Εάν ο ζυγός μεταφερθεί σε άλλο εργαστήριο απαιτείται επαναδιακρίβωση. Εάν μεταφερθεί εντός εργαστηρίου απαιτείται τουλάχιστον έλεγχος επίδοσης και εάν χρειάζεται επαναδιακρίβωση.
- Ημερήσιοι έλεγχοι (daily checks) ή πριν τη χρήση έλεγχοι (before-use checks), πρέπει να γίνονται στους ζυγούς και να καταγράφονται τα αποτελέσματα. Αυτό ισχύει είτε ο ζυγός διακριβώθηκε εσωτερικά ή εξωτερικά.



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ (2)

- Άλλοι τακτικοί έλεγχοι (ενδιάμεσοι έλεγχοι) μπορεί να απαιτούνται μεταξύ πλήρων διακριβώσεων, ανάλογα με τη χρήση και τα διαστήματα διακριβώσεων.
- Ιδιαίτερα χρήσιμος ενδιάμεσος έλεγχος είναι αυτός της έκκεντρης φόρτισης (eccentric-load). Ανιχνεύει έγκαιρα σφάλματα του ζυγού. Τα αποτελέσματα των ενδιάμεσων ελέγχων πρέπει να καταγράφονται.
- Πλήρης διακρίβωση πρέπει να γίνει μετά από:
  - Σημαντική αλλαγή στις εργαστηριακές συνθήκες
  - Αλλαγή στη θέση του ζυγού
  - Συντήρηση (service)
  - Επιδιόρθωση (repair)
- Εάν σε ενδιάμεσο έλεγχο βρεθεί σημαντική αλλαγή στην ακρίβεια, πρέπει να γίνει πλήρης διακρίβωση.



# ΕΙΔΗ ΖΥΓΩΝ

- Είδη ζυγών (weighing machines)
  - Ζυγοί Ισοστάθμισης (balances)
  - Ηλεκτρονικοί Ζυγοί
  - Μηχανικοί Ζυγοί



# ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΣΤΑΘΜΑ ΓΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ (1)

- Τα διαθέσιμα σταθμά πρέπει να καλύπτουν το εύρος του ζυγού.
- Εάν ένας ζυγός χρησιμοποιείται σε πολύ περιορισμένη περιοχή, μπορεί να μειωθεί ο αριθμός των απαιτούμενων σταθμών.
- Εάν η κατασκευή ενός ζυγού απαιτεί συγκεκριμένη τιμή σταθμού για να καθορισθεί το εύρος, αυτό πρέπει να είναι διαθέσιμο, έστω και εάν αυτό είναι εκτός της περιοχής χρήσεως του ζυγού.
- Η σχετική μάζα των σταθμών επηρεάζεται από την άνωση στον αέρα. Η τιμή διακρίβωσης τους πιστοποιείται για πυκνότητα αέρα  $1,2 \text{ kg m}^{-3}$ . Εάν η διαφορά που προκαλείται είναι μεγαλύτερη από το ήμισυ της διακριτικότητας (resolution) απαιτείται διόρθωση.



## ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΑΞΗ ΣΤΑΘΜΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΖΥΓΩΝ

Capacity	Resolution 100 g	10 g	1 g	100 mg	10 mg	1 mg	0,1 mg	< 0,1 mg
50 g	M3	M3	M3	M3	M2	F2	E2	E1
100 g	M3	M3	M3	M3	M1	F1	E1	E1
500 g	M3	M3	M3	M2	F2	E2		
1 kg	M3	M3	M3	M1	F1	E1		
5 kg	M3	M3	M2	F2	E2			
10 kg	M3	M3	M1	F1	E1			
50 kg	M3	M2	F2	E2				
100kg	M3	M1	F1					
500 kg	M2	F2	E2					





# ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΣΤΑΘΜΑ

- Ο πίνακας προϋποθέτει ότι η αβεβαιότητα της διακρίβωσης των σταθμών είναι το  $1/3$  του καθορισμένου μέγιστου αποδεκτού σφάλματος.
- Εάν η αβεβαιότητα διακρίβωσης σταθμών είναι μικρότερη από την ανωτέρω προϋπόθεση μπορεί να χρησιμοποιηθούν σταθμά χαμηλότερης τάξης.
- Πρέπει πέραν της ακρίβειας να ληφθούν υπόψη και άλλοι παράγοντες (μαγνητισμός, διάβρωση, αντίσταση στη φθορά).
- Στα πλείστες εργαστηριακές εφαρμογές δεν είναι κατάλληλη η επιλογή τάξεως μικρότερης της M1.
- Τα σταθμά διακριβώνονται τουλάχιστον κάθε 5 χρόνια.



# ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ (1)

- Η γραπτή διαδικασία εσωτερικής διακρίβωσης πρέπει να περιλαμβάνει ικανοποιητικές μετρήσεις για να καθορισθεί η απόδοση του ζυγού.
- Προκειμένου περί ηλεκτρονικών ζυγών, που έχουν τη δυνατότητα «calibration», η οποία επιτρέπει τη ρύθμιση μεταξύ μηδενός και ενός εσωτερικά ή εξωτερικά εφαρμοζόμενου σταθμού, συνιστάται αυτή η δυνατότητα να εφαρμόζεται πριν από τη διακρίβωση και τακτικά πριν από τη χρήση του ζυγού.



# ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ (2)

## ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ (1)

- Επαναληψιμότητα (Repeatability)
  - Χρησιμοποιούνται τουλάχιστον 10 επαναλαμβανόμενες μετρήσεις για διακρίβωση περιοχής μέχρι 50 kg και τουλάχιστον 5 μετρήσεις για περιοχή πέραν των 50 kg. Υπολογίζεται η τυπική απόκλιση.
  - Ο έλεγχος γίνεται στο ή κοντά στο ονομαστικό μέγιστο φορτίο ή στο μέγιστο βάρος που ζυγίζεται γενικά, επιστρέφοντας στο μηδέν μετά από κάθε ζύγιση.
  - Για ζυγούς με περισσότερες περιοχές, ο έλεγχος διεξάγεται για κάθε περιοχή.
  - Δεν είναι ανάγκη το χρησιμοποιούμενο για την επαναληψιμότητα σταθμό να είναι ιχνηλάσιμα διακριβωμένο.



# ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ (3)

## ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ (2)

- Ευαισθησία (Sensitivity) ή τιμή υποδιαίρεσης κλίμακας (value of scale division). Εξαιρείται για ζυγούς με ηλεκτρονική ένδειξη:
  - Η ευαισθησία μηχανικών ζυγών γενικά αλλάζει με το φορτίο, και είναι ανάγκη να μετρηθεί σε φορτίο όμοιο με αυτό που συνήθως χρησιμοποιείται ο ζυγός.
  - Για ζυγούς που χρησιμοποιούνται σε όλο το εύρος τους, μετρείται η ευαισθησία χωρίς φορτίο, στο ήμισυ του μέγιστου φορτίου και κοντά στο μέγιστο φορτίο.
  - Ως ευαισθησία ορίζεται η μεταβολή του αριθμού των υποδιαιρέσεων της ένδειξης ανά μονάδα μάζας.



# ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ (4)

## ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ (3)

- Απόκλιση ένδειξης από ονομαστική τιμή (Departure of indication from nominal value):
  - Κάλυψη τουλάχιστον 10 σημείων, ομοιόμορφα κατανεμημένων σε όλη την περιοχή.
  - Επιπλέον σημεία μπορεί να απαιτηθούν για την ομοιομορφία κατανομής ή για να καλυφθεί ειδική περιοχή που χρησιμοποιείται συνήθως.
  - Για ζυγούς που διαθέτουν εσωτερικά σταθμά, πρέπει να ελεγχθεί κάθε τοποθέτηση σταθμού.
  - Για ζυγούς με περισσότερες από μια περιοχές, ο έλεγχος γίνεται για κάθε χρησιμοποιούμενη περιοχή.
  - Οι αποκλίσεις χρησιμοποιούνται για τη χάραξη διαγράμματος σφάλματος – μάζας ή για να υπολογισθεί το μέγιστο σφάλμα ένδειξης εάν δεν γίνει διόρθωση.



# ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ (5)

## ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ (4)

- Έκκεντρη ή εκτός κέντρου φόρτιση (eccentric ή off-center loading):
  - Χρησιμοποιείται φορτίο μεταξύ του  $1/4$  και  $1/3$  του μέγιστου φορτίου.
  - Τοποθετείται μεταξύ του  $1/2$  και  $3/4$  της απόστασης από το κέντρο του δίσκου και της άκρης του.
  - Ακολουθείται η σειρά: κέντρο, μπροστά, αριστερά, πίσω, δεξιά, κέντρο ή ισοδύναμη.
  - Το χρησιμοποιούμενο σταθμό δεν είναι ανάγκη να είναι ιχνηλάσιμα διακριβωμένο.
  - Υπολογίζεται το σφάλμα μέτρησης σε κάθε έκκεντρη θέση σε σχέση με τη μέτρηση στο κέντρο.



# ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ (6) ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ (5)

- Επίδραση απόβαρου (tare) και/ή μηχανισμού ισοστάθμισης (Effect of tare and/or balancing mechanism). (Μόνο για βαθμονομημένους ζυγούς (graduated balances) / μηχανισμούς απόβαρου):



# ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ (7)

- Το αποδεκτό σφάλμα για δεδομένο ζυγό, για συγκεκριμένο έλεγχο, πρέπει να τίθεται από το Εργαστήριο, λαμβάνοντας υπόψη τη σκοπούμενη χρήση του ζυγού.
- Οι προδιαγραφές του κατασκευαστή μπορεί συχνά να είναι ακατάλληλες για την εφαρμογή.
- Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO 17025, πρέπει να υπολογισθεί κατάλληλη αβεβαιότητα για τη διακρίβωση του ζυγού.





# ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ (8)

## Χρήση Αποτελεσμάτων Διακρίβωσης (1)

- Μια τυπική σειρά αποτελεσμάτων διακρίβωσης θα αποτελείται από:
  - Δεδομένα επαναληψιμότητας
  - Δεδομένα μετρήσεων έκκεντρης φόρτισης
  - Δεδομένα σφαλμάτων στην ενδιαφερόμενη περιοχή
  - Αβεβαιότητα μέτρησης (επίπεδο 95%) (Σημείωση UKAS: Η αβεβαιότητα ισχύει μόνο για τις τιμές που μετρήθηκαν κατά τη διακρίβωση και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εκτιμήτρια μέγιστου σφάλματος ένδειξης κατά τη χρήση του ζυγού.



# ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ (9)

## Χρήση Αποτελεσμάτων Διακρίβωσης (2)

- Μια κατά προσέγγιση αβεβαιότητα του ζυγού μπορεί να υπολογισθεί ως το αριθμητικό άθροισμα της μέγιστης απόκλισης ένδειξης στην περιοχή και της πιστοποιημένης αβεβαιότητας μέτρησης.



# ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΝΜΚΛ (1)

- Εκτελούνται όλες οι μετρήσεις με τις ίδιες ρουτίνες της καθημερινής χρήσης.
- Εάν οι μετρήσεις αλλάζουν μεταξύ δύο τιμών, συστηματικά λαμβάνεται η μικρότερη ή η μεγαλύτερη.
- Όλες οι μετρήσεις καταγράφονται σε ειδικό έντυπο.
- Μετρείται και καταγράφεται η θερμοκρασία με ακρίβεια  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  πριν και μετά τη διακρίβωση.
- Μια διαφορά της τάξεως των  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  είναι συνήθως αποδεκτή.
- Καταγράφεται οποιαδήποτε άλλη παρατήρηση.
- Δεν διακριβώνεται ζυγός εκτός λειτουργίας.



# ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΝΜΚΛ (2)

- Πριν τη διακρίβωση γίνεται η εσωτερική βαθμονόμηση του ζυγού, εφόσον διατίθεται.
- Για μηχανικούς ζυγούς γίνονται διαδοχικές φορτώσεις, μηδενισμοί.
- Εξετάζεται η κατασκευή και λειτουργία του ζυγού και το περιβάλλον χρήσεώς του.
- Σημειώνεται το μέγιστο φορτίο (maximum capacity) και η τιμή του ελάχιστου σημαντικού ψηφίου (least significant digit) ή διακριτική ικανότητα (resolution) ( $d$ ) (π.χ  $d = 0,1 \text{ mg}$  για ζυγό 4 δεκαδικών ψηφίων).
- Εάν η διακριτική ικανότητα επιλέγεται, χρησιμοποιείται η μέγιστη.



# ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΝΜΚΛ (3)

- Εάν ο ζυγός εμφανίζεται ασταθής, ελέγχονται οι συνθήκες χρήσεως (βλέπε εγχειρίδιο χρήσεως).
- Προετοιμασία ζυγού πριν τη διακρίβωση:
  - Σύνδεση με ρεύμα συνήθως τουλάχιστον 30 min.
  - Εξισορρόπηση θερμοκρασίας ζυγού και σταθμών αναφοράς (τουλάχιστον 2 ώρες).
  - Εάν τα σταθμά μεταφέρθηκαν από χώρο με διαφορά θερμοκρασίας περισσότερο από 5 βαθμούς, η εξισορρόπηση θερμοκρασίας απαιτεί 12-24 ώρες.
  - Έλεγχος μηδενισμού και ρύθμιση εάν απαιτείται.



# ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΝΜΚΛ (4)

- Για μηχανικούς ζυγούς γίνεται φόρτιση με το μέγιστο φορτίο αρκετές φορές (exercizing of the balance).
- Εξετάζεται εάν ο ζυγός δείχνει μηδέν όταν αποφορτίζεται. Εάν όχι ρυθμίζεται το μηδέν με το αντίστοιχο κομβίο.
- Για ηλεκτρονικούς ζυγούς φορτώνεται με το μέγιστο φορτίο, ή εάν η περιοχή είναι μεγάλη με το ήμισυ του μέγιστου φορτίου και ακολούθως με το μέγιστο φορτίο. Καταχωρούνται οι μετρήσεις. Ακολούθως ρυθμίζεται ο ζυγός χρησιμοποιώντας την εσωτερική βαθμονόμηση. Επαναλαμβάνεται η μέτρηση των δύο σταθμών. Καταχωρούνται οι μετρήσεις.



# ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΝΜΚΛ (5)

- Μέτρηση της καμπύλης φόρτισης (load curve):
  - Για μηχανικούς ζυγούς μετρείται η καμπύλη με αύξηση και μείωση φορτίων.
  - Για ηλεκτρονικούς ζυγούς μόνο με αύξηση φορτίων.
  - Το μεγαλύτερο φορτίο είναι κοντά στο μέγιστο φορτίο του ζυγού.
  - Φορτίζεται διαδοχικά ο ζυγός με κατάλληλα σταθμά ομοιόμορφης διαφοράς.
  - Εκτός από το μηδέν και το μέγιστο φορτίο απαιτούνται άλλα 5 σταθμά.



# ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΝΜΚΛ (6)

- Μέτρηση της καμπύλης φόρτισης (load curve):
  - Έναρξη από το μηδέν (χωρίς φορτίο) μέχρι τη μέγιστη φόρτιση. Για τους μηχανικούς ζυγούς επιστροφή στο μηδέν.
  - Εάν ο ζυγός έχει λειτουργία αυτόματου μηδενισμού, αυτή απενεργοποιείται. Διαφορετικά εξασφαλίζεται ότι ο ζυγός είναι συνεχώς σε φόρτιση.
  - Εάν ο ζυγός έχει διαφορετικές περιοχές, η καμπύλη φόρτισης μετρείται για κάθε περιοχή χρησιμοποιώντας 5 φορτία ανά περιοχή.





# ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΝΜΚΛ (7)

- Προσδιορισμός Επαναληψιμότητας Ζυγού:
  - Εξετάζεται στη μέγιστη φόρτιση και πιθανόν και στην πλέον χρησιμοποιούμενη περιοχή μαζών ή στο ήμισυ του μέγιστου φορτίου.
  - Μετρούνται τα σταθμά 10 φορές.
  - Διατηρείται ενεργή, αν υπάρχει η λειτουργία μηδενισμού.
  - Ελέγχεται εάν ο ζυγός επανέρχεται στο μηδέν μεταξύ ζυγίσεων.
  - Εάν ο ζυγός δεν μηδενίζεται, καταγράφεται η ένδειξη και γίνεται διόρθωση στους υπολογισμούς.



# ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΝΜΚΛ (8)

- Προσδιορισμός Επαναληψιμότητας Ζυγού:
  - Οι μηχανικοί ζυγοί υποκατάστασης (τύπου Mettler) έχουν συνεχώς το ίδιο φορτίο (ο άξονας του ζυγού) και επομένως έχουν την ίδια επαναληψιμότητα σε όλη την περιοχή.
  - Όλοι οι άλλοι ζυγοί έχουν διαφορετική επαναληψιμότητα στα διαφορετικά φορτία.
  - Εάν υπάρχουν περισσότερες περιοχές, ελέγχεται η επαναληψιμότητα σε κάθε περιοχή.
  - Τα αποτελέσματα επαναληψιμότητας χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της αβεβαιότητας της περιοχής.



# ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΝΜΚΛ (9)

- Προσδιορισμός Επίδρασης Έκκεντρης Φόρτισης:
  - Εξετάζεται με σταθμό κοντά στο  $1/3$  του μέγιστου φορτίου.
  - Τοποθετείται το σταθμό στο κέντρο του δίσκου και 4 (φανταστικές) γωνίες του (στο ήμισυ της ακτίνας του δίσκου).
  - Διατηρείται ενεργοποιημένη η λειτουργία αυτόματου μηδενισμού.
  - Υπολογίζεται το σφάλμα έκκεντρης φόρτισης (μέγιστη παρατηρούμενη διαφορά από την τιμή κεντρικής φόρτισης).



# ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΝΜΚΛ (10)

- Προσδιορισμός Ικανότητας Ζύγισης Μικρών Βαρών:
  - Εάν ο ζυγός χρησιμοποιείται για ζυγίσεις κοντά στη διακριτική ικανότητα, εξετάζεται η ικανότητά του να ζυγίζει μικρές μάζες στο μηδέν, στο ήμισυ του μέγιστου φορτίου και κοντά στο μέγιστο φορτίο.
  - Προστίθεται ένα ή περισσότερα μικρά σταθμά. Εάν χρησιμοποιηθεί μόνο ένα, πρέπει να έχει μάζα μεγαλύτερη ή ίση με τη διακριτική ικανότητα ( $d$ ).
  - Εξετάζεται εάν η ένδειξη του ζυγού αλλάζει αντίστοιχα.
  - Μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότερα σταθμά με ολική μάζα μεγαλύτερη από τη διακριτική ικανότητα  $d$ .
  - Ελέγχεται αν η ένδειξη του ζυγού αλλάζει στο  $1d$ .
  - Σε ζυγούς με διακριτική ικανότητα  $0,1 \text{ mg}$ , χρησιμοποιούνται σταθμά  $1$  ή  $2 \text{ mg}$ .



# ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΝΜΚΛ (11)

- Προσδιορισμός Επίδρασης Μηχανισμού Απόβαρου:
  - Εάν οι ζυγίσσεις διεξάγονται με χρήση μηχανισμού απόβαρου, προσδιορίζεται η επίδραση του μηχανισμού:
    - Χρησιμοποιείται το μέγιστο φορτίο ή το ήμισυ του μέγιστου φορτίου και μηδενίζεται το απόβαρο (tare).
    - Προστίθενται μικρά σταθμά και ελέγχεται η αλλαγή στην ένδειξη.



# ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ Ή ΠΡΟ ΧΡΗΣΕΩΣ ΕΛΕΓΧΟΣ (1)

- Πρέπει να γίνεται για τον έλεγχο αλλαγών στους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία και η πυκνότητα αέρα.
- Ο έλεγχος περιλαμβάνει:
  - Έλεγχο ή ρύθμιση μηδενός
  - Ζύγιση σταθμού στην περιοχή κανονικής χρήσεως του ζυγού
- Το σταθμό ημερήσιου ελέγχου μπορεί να είναι διακριβωμένο ή σταθμό εσωτερικά ελεγμένο αμέσως μετά την τελευταία πλήρη διακρίβωση.
- Τα σταθμά ελέγχου πρέπει να έχουν τη θερμοκρασία του ζυγού (φυλάσσονται δίπλα στο ζυγό).
- Συνήθως χρησιμοποιούνται δύο σταθμά (ένα στο μέγιστο φορτίο και ένα στην περιοχή συνήθους χρήσεως).



## ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ Ή ΠΡΟ ΧΡΗΣΕΩΣ ΕΛΕΓΧΟΣ (2)

- Εάν ο ζυγός χρησιμοποιείται συνήθως με διαδικασία απόβαρου, ο έλεγχος πρέπει να γίνεται με τον ίδιο τρόπο.
- Αποφεύγεται η χρήση πλαστικών φιαλιδίων ζύγισης γιατί μπορεί να αναπτύσσουν στατικό ηλεκτρισμό.
- Τα αποτελέσματα του ημερήσιου ελέγχου καταγράφονται.
- Η διαδικασία πρέπει να περιλαμβάνει όρια ανοχής ή δράσεως.
- Εάν γίνει υπέρβαση του ορίου δράσεως, απαιτείται πλήρης διακρίβωση (με ή χωρίς ρυθμίσεις).



# ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ Ή ΠΡΟ ΧΡΗΣΕΩΣ ΕΛΕΓΧΟΣ (3)

## ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ (1)

- Έλεγχος οριζόντιας θέσης ζυγού.
- Τοποθέτηση σταθμού (ών) ελέγχου στο δίσκο και ανάγνωση της ένδειξης, σύμφωνα με συνήθη διαδικασία (μετά καθορισμένο χρόνο ή ένδειξη σταθερότητας).
- Εάν η ένδειξη αλλάζει μεταξύ δύο ενδείξεων (π.χ. 9,999 και 10,000), συστηματικά σημειώνεται η μικρότερη ή η μεγαλύτερη.
- Σημειώνεται η ένδειξη και συγκρίνεται με τα καθιερωμένα όρια αποδοχής.
- Τα σταθμά χειρίζονται κατάλληλα (γάντια, πλαστική λαβίδα).
- Εάν ο έλεγχος είναι αποδεκτός καταγράφεται, υπογράφεται και τίθεται ημερομηνία.





# ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ Ή ΠΡΟ ΧΡΗΣΕΩΣ ΕΛΕΓΧΟΣ (4)

## ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ (2)

- Μπορούν να κατασκευασθούν και διαγράμματα ελέγχου (control chart).
- Εάν η ένδειξη είναι εκτός των ορίων αποδοχής, καθαρίζεται ο ζυγός, επανελέγχεται η οριζόντια θέση και ρυθμίζεται εάν χρειάζεται.
- Επαναλαμβάνεται ο έλεγχος.
- Εάν εξακολουθεί να είναι εκτός των καθιερωμένων ορίων, καταγράφεται ως μη συμμορφούμενη εργασία και επισημαίνεται ο ζυγός ως «Εκτός Λειτουργίας».
- Διευθετείται επιδιόρθωση και επαναδιακρίβωση.
- Εάν ευρεθεί σφάλμα, εξετάζεται η επίδραση σε προηγούμενες αναλύσεις (μέχρι τον πλησιέστερο επιτυχή έλεγχο).



# ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΖΥΓΟΥ (1)

- Υπολογίζεται η τυπική απόκλιση ( $s_r$ ) από τα δεδομένα επαναληψιμότητας ( $m_i$  ένδειξη επαναλαμβανόμενης μέτρησης,  $\bar{m}$  η μέση μάζα και  $n$  αριθμός μετρήσεων)

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (m_i - \bar{m})^2}{n - 1}}$$

# ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΖΥΓΟΥ (2)

- Υπολογίζεται η αβεβαιότητα της καμπύλης φόρτισης  $U_m$  χωριστά για κάθε σημείο της καμπύλης (κάθε μάζα που χρησιμοποιήθηκε) από τα δεδομένα:  $s_r$  (τυπική απόκλιση επαναληψιμότητας),  $s_m$  (αβεβαιότητα σταθμού αναφοράς από το πιστοποιητικό), και  $d$  (διακριτική ικανότητα). Χρησιμοποιείται συντελεστής κάλυψης 2 (για 10 μετρήσεις) και 3 (για 5 μετρήσεις). Εάν το  $d$  είναι μεγαλύτερο το 10 mg, ο όρος  $d^2/4$  παραλείπεται.

$$U_m = 2 \sqrt{s_r^2 + s_m^2 + \frac{d^2}{4}}$$

# ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΖΥΓΟΥ (3)

- Η αβεβαιότητα μέτρησης πάντοτε στρογγυλεύεται προς τα πάνω και γράφεται με τον ίδιο αριθμό δεκαδικών ψηφίων όπως οι ενδείξεις.
- Η αβεβαιότητα μέτρησης υπολογίζεται για κάθε σημείο της καμπύλης φόρτισης (μάζας) και για κάθε περιοχή μαζών.
- Η αβεβαιότητα μέτρησης του ζυγού δηλώνεται η μεγαλύτερη τιμή αβεβαιότητας των επιμέρους σημείων της καμπύλης.
- Εάν χρησιμοποιηθούν περισσότερα σταθμά για ένα σημείο η  $s_m = \sum s_{mi}$



Τέλος

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Έχουν προηγηθεί οι κάτωθι εκδόσεις:

- Έκδοση διαθέσιμη [εδώ](#).





# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Κουμπάρης Μιχαήλ 2015. Κουμπάρης Μιχαήλ. «Έλεγχος και Διασφάλιση Ποιότητας». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<http://opencourses.uoa.gr/courses/CHEM103/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

