

# Μετρολογία: Παρελθόν - Παρόν

του Σωτηρίου Απ. Σουφλή

## 1. Εισαγωγή

Σήμερα, στις περισσότερες χώρες του κόσμου οι μετρήσεις μεγεθών πραγματοποιούνται με κοινή μέθοδο. Στο εμπορικό, στο τεχνολογικό αλλά και στο επιστημονικό επίπεδο χρησιμοποιείται το Διεθνές Σύστημα Μονάδων, η χρήση του οποίου διευκολύνει τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Η σημερινή κατάσταση είναι προϊόν μιας μακρόχρονης και δύσκολης ιστορικής διαδικασίας που ξεκίνησε στην Ευρώπη το 18ο αιώνα. Οι χρησιμοποιούμενες μονάδες μέτρησης ως τότε, διέφεραν όχι μόνο από χώρα σε χώρα και από επαρχία σε επαρχία, αλλά και από πόλη σε πόλη της ίδιας επαρχίας. Στα τέλη του 17ου αιώνα, στη Γαλλία χρησιμοποιούνταν πάνω από οκτακόσιες (800) διαφορετικές μονάδες. Αποτελούσαν φεουδαρχική κληρονομιά, εμπόδιο στην εμπορική και βιομηχανική ανάπτυξη της Ευρώπης.

Η ενοποίηση των συστημάτων μέτρησης υλοποιείται με το δεκαδικό Μετρικό Σύστημα (έχει ως βάση το Μέτρο) που δημιουργήθηκε κατά τη Γαλλική Επανάσταση και αργότερα επεκτάθηκε σε όλη την υφήλιο.

## 2. Γέννηση και επέκταση του μετρικού συστήματος

### 2.1 Γαλλική επανάσταση 1790

Ο βουλευτής Talleyrand, υποβάλλει πρόταση στην Εθνοσυνέλευση σχετικά με την ενοποίηση των μέτρων και των σταθμών στη Γαλλία. Η Ακαδημία Επιστημών αναλαμβάνει τη μελέτη του προβλήματος και υιοθετεί για όλες τις μετρήσεις, τη Δεκαδική Κλίμακα.

1791

Η Ακαδημία Επιστημών αναζητά μια σταθερή αναφορά στην οποία θα βασίζεται ο ορισμός μιας μονάδας με οικουμενικό χαρακτήρα. Επικεντρώνει το ενδιαφέρον της σε τρεις εναλλακτικές επιλογές:

- Το μήκος του εκκρεμούς που μετράει το δευτερόλεπτο.

- Το ένα τέταρτο (1/4) του γήινου ισημερινού.

- Το ένα τέταρτο (1/4) ενός γήινου μεσημβρινού.

- Τελικά υιοθετείται ως μονάδα μήκους το δεκάκις εκατομμυριοστό ( $10^{-7}$ ) του ενός τετάρτου (1/4) του μεσημβρινού της Γης και ονομάζεται αυτή η μονάδα METRE (METRE). Η Γαλλική Εθνοσυνέλευση με νόμο της 30ης Μαρτίου 1791, υιοθετεί την προηγούμενη πρόταση της Ακαδημίας Επιστημών και αναθέτει στους αστρονόμους J. B. Delambre και P. F. Mechain να μετρήσουν τον μεσημβρινό. Επίσης, ανατίθεται στον Lavoisier να καθορίσει μια μονάδα βάρους (μάζας) βασισμένη σε γνωστό όγκο νερού.

1793 - 1795

Η Συμβατική Εθνοσυνέλευση ψηφίζει νόμους που καθιστούν υποχρεωτική τη χρήση του Μετρικού Συστήματος στη Γαλλία πριν ολοκληρωθεί η μέτρηση του μεσημβρινού. Βασικές μονάδες είναι το μέτρο, το γραμμάριο, το λίτρο και το αρ (100 τετραγωνικά μέτρα).

1799

Μετά την ολοκλήρωση της μέτρησης του μεσημβρινού, κατασκευάζονται δύο πρότυπα αναφοράς από λευκόχρυσο, ένα για το μέτρο και ένα για το κιλό. Τοποθετούνται στα Εθνικά Αρχεία της Γαλλίας και γίνονται γνωστά ως Μέτρο και Χιλιόγραμμα των Αρχείων (Metre et Kilogramme des Archives). Με νόμο της 10ης Δεκεμ-

βρίου 1799, καθιερώνονται ως τα οριστικά πρότυπα αναφοράς του μέτρου και του κιλού σε ολόκληρη τη Γαλλική Δημοκρατία.

1840

Παρά τις προσπάθειες της πολιτείας, η διάδοση του Μετρικού Συστήματος στη Γαλλία, γνώρισε πολλές δυσκολίες. Η εφαρμογή του γενικεύθηκε και έγινε υποχρεωτική το 1840, εξήντα χρόνια μετά την αρχική θεσμοθέτησή του. Το Μετρικό Σύστημα άρχισε σιγά - σιγά να εξαπλώνεται σε άλλες χώρες. Ορισμένες Ιταλικές επαρχίες το υιοθέτησαν από τις αρχές του 19ου αιώνα. Το 1816 υιοθετείται από το Βέλγιο και το Λουξεμβούργο. Η Ισπανία το υιοθετεί το 1849. Μετά το 1860 εξαπλώνεται στη Λατινική Αμερική. Στην Αγγλία και στις Η.Π.Α. επιτρέπεται η χρήση του Μετρικού Συστήματος το 1864 και το 1866 αντίστοιχα. Στην Ελλάδα οι πρώτοι νόμοι που καθιστούν υποχρεωτική τη χρήση του Μετρικού Συστήματος εκδίδονται το 1836.

### 2.2 Προτεργάτες του μετρικού συστήματος

Στα τέλη του 17ου αιώνα οι μετρήσεις επιστημονικού χαρακτήρα γνώρισαν μια σημαντική ανάπτυξη. Οι επιστήμονες, με πρωτοπόρους τους αστρονόμους, ήθελαν να έχουν τη δυνατότητα να συγκρίνουν τα αποτελέσματα των μετρήσεών τους. Συνελώς, προώθησαν την ιδέα της ανεξαρτησίας της μέτρησης ενός μεγέθους από τον τόπο και το χρόνο που διεξάγεται.

Οι αστρονόμοι, διέθεταν για τη μέτρηση του χρόνου μια φυσική μονάδα, την Ηλιακή Ημέρα. Εχοντας ως αναφορά αυτή τη φυσική μονάδα, το εκκρεμές τους επέτρεπε να μετρούν το χρόνο με ακρίβεια.

Διατυπώθηκαν διάφορες προτάσεις για ένα οικουμενικό σύστημα

Ο Σ. Σουφλής είναι Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ΕΜΠ, Μεταπτυχιακός Σπουδαστής ΕΜΠ.



μονάδων οι οποίες αναφέρονταν σε φυσικά φαινόμενα. Το 1660, η Αγγλική Βασιλική Εταιρία πρότεινε την καθιέρωση ως μονάδας μήκους, το μήκος του εκκρεμούς που μετράει το δευτερόλεπτο. Αυτό το εκκρεμές υπήρξε αντικείμενο μελέτης από Ευρωπαίους επιστήμονες, όπως ο Γάλλος αστρονόμος J. Ricard, ο Ολλανδός C. Huygens και ο Δανός O. Roemer.

Το 1675, ο Ιταλός Tito Livio Burattini εξέδωσε ένα εγχειρίδιο με τίτλο: *MISURA UNIVERSALE* και πρότεινε να υιοθετηθεί ως διεθνής μονάδα μήκους το μήκος αυτού του εκκρεμούς και να ονομασθεί *METRO CATHOLICO*. Κατά τη Γαλλική Επανάσταση, ο βουλευτής Talleyrand πρότεινε αυτό το εκκρεμές ως αναφορά για τη μονάδα του μήκους. Η αρχή του εκκρεμούς εγκαταλείφθηκε αργότερα, διότι το μήκος του εκκρεμούς που μετράει το δευτερόλεπτο δεν είναι ίδιο σε όλες τις γεωγραφικές συντεταγμένες της Γης. Όμως η ονομασία Μέτρο επιβίωσε ως το όνομα της μονάδας μήκους.

Το 1791, η Γαλλική Ακαδημία Επιστημών αποφάσισε να ορίσει το Μέτρο. Η πρακτική σημασία αυτής της απόφασης αντιστοιχεί στη μέτρηση ενός μεσημβρινού τόξου με άκρα τη Δουνκέρκη και τη Βαρκελώνη. Η υλοποίηση αυτής της μέτρησης, ανατέθηκε στους αστρονόμους Delambre και Mechain. Οι δύο αστρονόμοι πραγματοποίησαν την αποστολή τους σε μια περίοδο επαναστατική και η πορεία των εργασιών τους παρεμποδίστηκε σοβαρά. Αντιμετώπισαν διώξεις, συλλήψεις, καταδίκες και καταστροφές των εργαλείων τους. Η μέτρηση άρχισε το 1792, ολοκληρώθηκε στο τέλος του 1798 και τα αποτελέσματά της επικυρώθηκαν από επιτροπή Ευρωπαίων επιστημόνων. Η απόσταση Δουνκέρκη - Βαρκελώνη, μετρήθηκε με τριγωνισμό, χρησιμοποιώντας εκατό (100) τρίγωνα. Για τη μέτρηση των γωνιών, οι δύο αστρονόμοι χρησιμοποίησαν τον Επαναληπτικό Κύκλο, ένα γωνιόμετρο κατασκευασμένο από τον α-

στρονόμο Borda, που έδινε τη δυνατότητα να επιτύχουν ακρίβειες της τάξης του δεύτερου λεπτού. Η μέτρηση των μηκών έγινε με την *Toise du Regou*, ένα από τα πιο αξιόπιστα πρότυπα της εποχής.

### 2.3 Διεθνοποίηση του μετρικού συστήματος

Την πρώτη πενήνταετία του 19ου αιώνα, το Μετρικό Σύστημα είχε εισαχθεί επίσημα σε αρκετές χώρες. Οι Διεθνείς Εκθέσεις του Λονδίνου και του Παρισιού, το 1851 και το 1867 αντίστοιχα, πρόσφεραν νέες ευκαιρίες σε όσους υποστήριξαν την ανάγκη ενοποίησης των μετρητικών συστημάτων, ώστε να διευκολυνθεί η βιομηχανική και επιστημονική ανάπτυξη. Κατά τη διάρκεια της Διεθνούς Εκθέσης του Παρισιού, επιστήμονες διαφόρων χωρών συγκρότησαν μια *Επιτροπή για τα Μέτρα, τα Σταθμά και τα Νομίματα*, που πρότεινε να υιοθετηθεί διεθνώς το Μετρικό Σύστημα. Το 1870, ύστερα από πρόσκληση της Γαλλικής κυβέρνησης, συγκεντρώθηκαν στο Παρίσι εκπρόσωποι δεκαπέντε (15) κρατών και συγκρότησαν τη *Διεθνή Επιτροπή για το Μέτρο*, έργο της οποίας ήταν να μελετήσει και να εισηγηθεί διαδικασίες για την ενοποίηση των συστημάτων μέτρησης σε διεθνή κλίμακα.

Στις 20 Μαΐου 1875, εξουσιοδοτημένοι εκπρόσωποι δεκαεπτά (17) κρατών (Γερμανία, Αργεντινή, Αυστρο - Ουγγαρία, Βέλγιο, Βραζιλία, Δανία, Ισπανία, Η.Π.Α., Γαλλία, Ιταλία, Περού, Πορτογαλία, Σουηδία και Νορβηγία, Ελβετία, Τουρκία, Βενεζουέλα, Ρωσία), έλαβαν μέρος στη *Διπλωματική Συνδιάσκεψη για το Μέτρο*, στο Παρίσι και υπέγραψαν τη *Συνθήκη του Μέτρου* (*Convention du Metre*). Με αυτή τη συνθήκη, οι υπογράφωντες ανέλαβαν την υποχρέωση να ιδρύσουν και να συντηρούν, με κοινές δαπάνες, ένα *Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών* (Δ.Γ.Μ.Σ.), του οποίου η έδρα ορίστηκε στο Pavillon de Breteuil, κοντά στο Παρίσι. Αρχικός προορισμός του Δ.Γ.Μ.Σ. ήταν

να επιτύχει την καθιέρωση του Μετρικού Συστήματος σε ολόκληρο τον κόσμο, με την κατασκευή και τη συντήρηση νέων προτύπων αναφοράς του μέτρου και του χιλιόγραμμου. Ήταν ακόμη επιφορτισμένο με την υποχρέωση να παρέχει στις υπογράφουσες χώρες εθνικά πρότυπα αναφοράς και να πραγματοποιεί σε τακτά χρονικά διαστήματα, συγκρίσεις των εθνικών προτύπων με το διεθνές πρότυπο.

Το 1872, άρχισε η κατασκευή πρότυπου Μέτρου και πρότυπου Χιλιόγραμμου και ολοκληρώθηκε το 1880. Κατασκευάστηκε μια σειρά αντιτύπων από Ιριδιούχο Λευκόχρυσο (PtIr). Όσα προσέγγιζαν προς το Μέτρο και το Χιλιόγραμμο των Αρχείων, επικυρώθηκαν το 1889 από την πρώτη *Γενική Συνδιάσκεψη των Μέτρων και Σταθμών* (Γ.Δ.Μ.Σ.) (διευθυντικό όργανο του Δ.Γ.Μ.Σ.), ως τα διεθνή πρότυπα. Τα άλλα αντίτυπα δόθηκαν στις χώρες που είχαν υπογράψει τη Συνθήκη του Μέτρου. Τα διεθνή πρότυπα του Μέτρου και του Χιλιόγραμμου φυλάσσονται σε προστατευτικές θήκες στο Δ.Γ.Μ.Σ. με θάλαμο που βρίσκεται εννέα (9) μέτρα κάτω από την επιφάνεια της Γης. Απαιτούνται τρία (3) κλειδιά, που κρατούνται από τρεις (3) δημόσιες προσωπικότητες για να ανοίξει ο θάλαμος.

Οι αρμοδιότητες του Δ.Γ.Μ.Σ. επεκτάθηκαν στον τομέα των μονάδων του ηλεκτρισμού (1927), της φωτομετρίας (1937), των ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών και στους τομείς της σύγχρονης μετρολογίας και της ακρίβειας των μετρήσεων.

Το Μέτρο του Δ.Γ.Μ.Σ. αποτέλεσε το επίσημο διεθνές πρότυπο αναφοράς μέχρι το 1960. Το Χιλιόγραμμο του Δ.Γ.Μ.Σ. εξακολουθεί και σήμερα να αποτελεί το διεθνές πρότυπο αναφοράς.

Από το 1875 μέχρι σήμερα, όλες οι χώρες του κόσμου υιοθέτησαν το Μετρικό Σύστημα, το οποίο το 1960 μετονομάστηκε σε *Διεθνές Σύστημα Μονάδων*, γνωστό διεθνώς με τα αρχικά *S.I.*

Η δομή του Δ.Γ.Μ.Σ. είναι :



Η Γ.Δ.Μ.Σ. απαρτίζεται από τους εκπροσώπους των κρατών - μελών της Συνθήκης του Μέτρου και είναι το ανώτατο όργανο. Συνέρχεται κάθε έξι χρόνια και παίρνει τις εξής αποφάσεις:

- Εξάπλωση του Σ.Ι. (σύγχρονη μορφή του Μετρικού Συστήματος).
- Διεθνείς μονάδες και μέτρα.
- Λειτουργία και οργάνωση της Δ.Ε.Μ.Σ.

Η Δ.Ε.Μ.Σ. προπαρασκευάζει και εκτελεί τις αποφάσεις της Γ.Δ.Μ.Σ. Ελέγχει άμεσα τη λειτουργία και τις εργασίες του Δ.Γ.Μ.Σ. Τα δεκατέσσερα (14) μέλη της Δ.Ε.Μ.Σ. είναι μετρολόγοι διαφόρων εθνικοτήτων και εκλέγονται από τη Γ.Δ.Μ.Σ. ως άτομα.

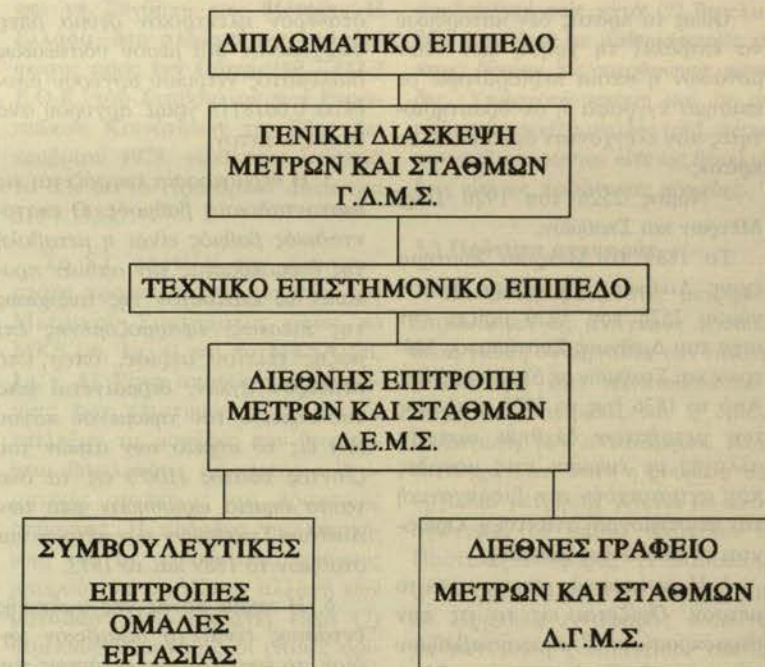
Οι Συμβουλευτικές Επιτροπές, βοηθούμενες από τις Ομάδες Εργασίας απαρτίζονται από ειδικούς ενός ιδιαίτερου τομέα.

Το ίδιο το Δ.Γ.Μ.Σ. είναι ένα Εργαστήριο Επιστημονικής Μετρολογίας. Είναι εκτελεστικό όργανο που πραγματοποιεί εργασίες μετρολογικής έρευνας, συντήρησης και σύγκρισης των προτύπων αναφοράς. Το επιστημονικό και διοικητικό προσωπικό του είναι περίπου πενήντα (50) άτομα.

## 2.4 Μετρικό σύστημα και Ελλάδα

Η εισαγωγή του Μετρικού Συστήματος πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα το 1959. Οι προσπάθειες εισαγωγής του δεκαδικού Μετρικού Συστήματος είχαν αρχίσει εκατόν είκοσι (120) χρόνια πριν, από τον Όθωνα.

Η αντιμετώπιση της ακαταστασίας που χαρακτήριζε τα μέτρα και σταθμά στα απελευθερωμένα εδάφη υπήρξε ένας από τους πρώτους στόχους του νεοσύστατου Ελληνικού Κράτους. Η ενοποίηση των ποικίλων τοπικών τρόπων μέτρησης, αποτελεί μέρος της διαδικασίας πολιτικής και εθνικής ενοποίησης. Πέρα από την κανονιστική του παρέμβαση στις εμπορικές συναλλαγές, το Ελληνικό Κράτος, όπως και τα άλλα κράτη της Ευρώπης, προσπάθησε με αυτό τον τρόπο να επιβάλει την κηδεμονία και την



οργάνωσή του σε διάφορους χώρους που διέθεταν σχετική αυτονομία είτε ήταν γεωγραφικές περιοχές, είτε ήταν κοινωνικές ομάδες, είτε επαγγελματικές κοινότητες.

Η πορεία προς την ενοποίηση του συστήματος μέτρησης στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκε με μεγάλη δυσκολία, οφειλόμενη σε αντιστάσεις που δημιούργησαν η παραδοσιακή χρήση και τα συμφέροντα. Η πορεία αυτή δηλώνει την προοδευτική διεξόδυση και επιβολή του κράτους στην ελληνική κοινωνία.

Πέρασε ένας (1) αιώνας για να αρχίσουν όλοι οι Έλληνες να μετρούν τα μεγέθη με τον ίδιο τρόπο.

Οι νομοθετικές ρυθμίσεις που σηματοδοτούν τα στάδια υιοθέτησης του Μετρικού Συστήματος στην Ελλάδα είναι:

- Βασιλικό Διάταγμα 56 του 1836 *Περί Μέτρων και Σταθμών*. Πρόκειται για την πρώτη ουσιαστική προσπάθεια ενοποίησης του Μετρικού Συστήματος στην Ελλάδα. Ορίζονται οι ακόλουθες βασιλικές μονάδες:

| Μέτρα   | Μήκους                     |
|---|----------------------------|
| Πήχυς   | Μέτρον                     |
| Παλάμη = 1/10 του Πήχεως  | Υποδεκάμετρον              |
| Δάκτυλος = 1/100 του Πήχεως                                       | Υφεκατόμετρον              |
| Γραμμή = 1/1000 του Πήχεως  | Υποχιλιόμετρον             |
| Μέτρα   | Πορείας                    |
| Στάδιον = 1000 Πήχεις   | Χιλιόμετρον                |
| Σχοίνις = 10000 Πήχεις  | Μυριομέτρον                |
| Μέτρα   | Επιφανείας                 |
| Τετραγωνικός Πήχυς  | Τετραγωνικόν Μέτρον        |
| Στρέμμα = 1000 Τετραγωνικοί Πήχεις                                | Τετραγωνικόν Χιλιόμετρον   |
| Μέτρα   | Στερεών και Ρευστών        |
| Λίτρα = 1/1000 του Κυβικού Πήχεως                                 | ή εν Κυβικόν Υποδεκάμετρον |
| (4/3 Λίτρας είναι ίση με μίαν Οκάν ή 1 Λίτρα ίση με 3/4 της Οκάς) |                            |
| Κοτύλη = 1/10 της Λίτρας  | Υποδεκατόλιτρον            |
| Μύσρον = 1/100 της Λίτρας   | Υφεκατόλιτρον              |
| Κύβος = 1/1000 της Λίτρας   | Υποχιλιόλιτρον             |



Όμως το κράτος δεν κατόρθωσε να επιβάλει τη χρήση των νέων μονάδων η οποία περιορίστηκε σε επίσημα έγγραφα ή σε δραστηριότητες που ελέγχονταν άμεσα από το κράτος.

- Νόμος 2526 του 1920 Περί Μέτρων και Σταθμών.

Το 1889 το Μετρικό Σύστημα έγινε Διεθνές. Το άρθρο 1 του νόμου 2526 του 1920 ορίζει την ισχύ του Διεθνούς Συστήματος Μέτρων και Σταθμών σε όλο το κράτος. Από το 1836 έως το 1920 ο κόσμος των μετρήσεων δέχθηκε αρκετές αλλαγές με έμφαση στις μονάδες που αντιστοιχούν στη βιομηχανική και επιστημονική ανάπτυξη. Ορίζονται οι ακόλουθες μονάδες:

1. Η κυρία μονάς μήκους είναι το μέτρον. Ορίζεται ως το εις την θερμοκρασίαν  $0^{\circ}$  εκατονταβάθμιου μήκους του διεθνούς προτύπου  $M$  το οποίον καθιερώθη υπό του γενικού συνεδρίου μέτρων και σταθμών το 1889 και είναι κατατεθειμένον εις το εν Σέβραις διεθνές γραφείον μέτρων και σταθμών.

2. Η κυρία μονάς μάζης είναι το χιλιόγραμμα. Ορίζεται ως η μάζα του διεθνούς προτύπου  $K$  το οποίον καθιερώθη υπό του γενικού συνεδρίου μέτρων και σταθμών το 1889 και είναι κατατεθειμένον εις το εν Σέβραις διεθνές γραφείον μέτρων και σταθμών. Η μονάς μάζης, εξ ης θα παραχθώσιν αι μονάδες της βιομηχανίας και του εμπορίου είναι ο Τόννος ισούμενος προς χίλια χιλιόγραμμα.

3. Η κυρία μονάς του χρόνου είναι το δευτερόλεπτον ισούμενον προς το 1/86400 της μέσης ηλιακής ημέρας.

4. Αι κύριαι ηλεκτρικαί μονάδες είναι το  $\omega\mu$  μονάς αντιστάσεως και το  $\alpha\mu\pi\epsilon\rho$  μονάς της εντάσεως του ρεύματος. Το πρότυπον δια τας μετρήσεις της αντιστάσεως είναι το διεθνές  $\omega\mu$ , ισούμενον προς την αντίστασιν την παρεχόμενην εις σταθερόν ηλεκτρικόν ρεύμα, υπό στήλην υδραργύρου εις  $0^{\circ}$ , μάζης 14.4521 γραμμαρίων, σταθεράς τιμής και μήκους 106.3 υφεκατομέτρων. Το διεθνές  $\alpha\mu\pi\epsilon\rho$  είναι το

σταθερόν ηλεκτρικόν ρεύμα όπερ διερχόμενον δια μέσου υδατώσεως διαλύματος νιτρικού αργύρου αποθέτει 0.0018118 γραμ. αργύρου ανά δευτερόλεπτον.

5. Η θερμοκρασία εκφράζεται εις εκατονταδικούς βαθμούς. Ο εκατονταδικός βαθμός είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας την οποίαν προκαλεί το εκατοστόν της αυξήσεως της πιέσεως, εφαρμοζομένης επί μάζης τελείου αερίου, όπερ υπό σταθερόν όγκον, θερμαίνεται από του σημείου του τηκομένου πάγου ( $0^{\circ}$ ) εις το σημείο των ατμών του ζέοντος ύδατος ( $100^{\circ}$ ) ως τα δύο ταύτα σημεία ωρίσθησαν υπό των Διεθνών Συνεδρίων των μέτρων και σταθμών το 1889 και το 1913.

6. Η κυρία μονάς της φωτεινής εντάσεως είναι το δεκαδικόν κηρίον, το εικοστόν της εντάσεως του προτύπου. Το πρότυπον δια τας μετρήσεις της φωτεινής εντάσεως είναι το *Violle* φωτεινή πηγή συνισταμένη από εμβαδόν τετραγώνων, πλευράς ενός υφεκατομέτρου, λαμβανόμενον επί της επιφανείας λουτρού λευκοχρύσου, ακτινοβολού-

κού Συστήματος στην Ελλάδα. Δόθηκε έμφαση στην υποχρεωτική χρησιμοποίηση του Μέτρου, του Τετραγωνικού Μέτρου και κυρίως του Χιλιόγραμμου.

Το διάταγμα του 1959 είναι εκείνο που ρυθμίζει και σήμερα το καθεστώς των μέτρων και σταθμών στην Ελλάδα με εξαίρεση τον εκσυγχρονισμό του ορισμού των μονάδων το 1983. Τα εθνικά πρότυπα του Μέτρου και του Χιλιόγραμμου παραμένουν τα ίδια αν και ο επίσημος ορισμός του Μέτρου άλλαξε το 1983. Το Υπουργείο Εμπορίου εξέδωσε το 1959 και το 1960 σειρά εγκυκλίων και αποφάσεων σχετικά με την εφαρμογή του νομοθετικού διατάγματος 3957. Τα περισσότερα αφορούν την αντικατάσταση της Οκάς από το Χιλιόγραμμα όπως η Εγκύκλιος 17241 / 253 / 07.04.1960 περί της συστηματικής παρακολούθησεως και διώξεως των παραβατών του άρθρου 4 του Ν.Δ. 3957 / 1959.

Η Ελληνική Επιτροπή Προτυποποίησης εκδίδει πίνακες μετατροπής και σειρές σχεδίων για την κατασκευή των νέων σταθμών.

| Αμοιβαία Σχέσις   |  |
|---|--|
| Οκάς προς Χιλιόγραμμα, Χιλιόγραμμα προς Οκάν και πολλαπλασίων και υποπολλαπλασίων αυτών |  |
| 1 Οκά = 1 Χιλιόγραμμα και 280 Γραμμάρια = 1280 Γραμμάρια                                |  |
| 1 Δράμιον = 3.20 Γραμμάρια  |  |
| 1 Γραμμάριον = 0.3125 του Δραμίου   |  |
| 1 Χιλιόγραμμα = 0.78125 της Οκάς = 312.5 Δράμια   |  |
| 1 Τόννος = 1000 Χιλιόγραμμα = 781.25 Οκάδες = 781 Οκάδες και 100 Δράμια                 |  |

ντος καθέτως κατά την θερμοκρασίαν της πήξεως αυτού.

Αλλά και αυτή τη φορά το κράτος δεν είχε την αναγκαία δύναμη για να επιβάλει την πλήρη εφαρμογή του νόμου. Η χρήση του Μέτρου εξαπλώθηκε αλλά το Χιλιόγραμμα δεν κατόρθωσε να εκτοπίσει την Οκά στις καθημερινές μετρήσεις.

- Νομοθετικό Διάταγμα 3957 του 1959 Περί εισαγωγής εν Ελλάδι του Διεθνούς Συστήματος Μέτρων και Σταθμών.

Με το διάταγμα αυτό οριστικοποιείται η επικράτηση του Μετρι-

Το Κεντρικό Γραφείο Μέτρων και Σταθμών του παλαιότερου νόμου μετατράπηκε σε Διεύθυνση Μέτρων και Σταθμών του Υπουργείου Εμπορίου διατηρώντας τις ίδιες αρμοδιότητες που αφορούν τον έλεγχο των μετρικών οργάνων εμπορικής χρήσης (κυρίως των ζυγαριών). Η Διεύθυνση Μέτρων και Σταθμών εκπροσωπεί την Ελλάδα στον Διεθνή Οργανισμό Νομικής Μετρολογίας (Ο.Ι.Μ.Λ.), ένα διακρατικό οργανισμό που ασχολείται με την εναρμόνιση των κανονισμών που αφορούν τις μετρήσεις και τα μετρητικά όργανα μέσα στο πλαίσιο



του διεθνούς εμπορίου.

### 3. Σύγχρονη μετρολογία και ακρίβεια

#### 3.1 Μετρολογία

Η ενοποίηση των συστημάτων μέτρησης σε διεθνή κλίμακα ήταν μια σημαντική ιστορική διαδικασία που οδήγησε στην επιστημονική και βιομηχανική ανάπτυξη κατά τον 19ο και 20ό αιώνα. Σχεδόν όλες οι χώρες του κόσμου έχουν υιοθετήσει το Διεθνές Σύστημα Μονάδων, S.I. Η διαδικασία των μετρήσεων που αντιστοιχούσε στις λέξεις *Σταθμά* και *Μέτρα*, σήμερα ορίζει την Μετρολογία, με βασικό χαρακτηριστικό την ακρίβεια.

Η Μετρολογία ως ιδιαίτερος τομέας δραστηριότητας αποτελεί εργαλείο όχι μόνο για την επιστημονική έρευνα αλλά και για την οργάνωση της οικονομικής ζωής. Προσφέρει στην επιστήμη και στη βιομηχανία μια κοινή γλώσσα το S.I., τα κοινά πρότυπα αναφοράς για τη ρύθμιση των μετρητικών οργάνων και τις κοινές μεθόδους μέτρησης. Η Νομική Μετρολογία είναι ο ειδικός κλάδος της Μετρολογίας που εξασφαλίζει την ακρίβεια και αξιοπιστία των μετρήσεων που διέπουν τις ανταλλαγές αγαθών και υπηρεσιών σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.

Σήμερα υπάρχουν εκατόν είκοσι (120) οργανισμοί που ελέγχουν άμεσα ή έμμεσα την μετρολογική δραστηριότητα στους τομείς της επιστήμης και της παγκόσμιας οικονομίας.

#### 3.2 Διεθνές σύστημα μονάδων S.I.

Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (Systeme International) S.I. είναι η μορφή του μετρικού συστήματος που επικρατεί σήμερα. Θεσμοθετήθηκε από τη Γ.Δ.Μ.Σ. το 1960 ενώ οι διαπραγματεύσεις στους κόλπους της επιστημονικής κοινότητας για τη διαμόρφωσή του άρχισαν το 1948. Στη διάσκεψη αυτή συμμετέχουν όλες οι χώρες που έχουν υπογράψει τη Συνθήκη του Μέτρου. Το S.I. έχει υιοθετηθεί και από χώρες που δεν έχουν υπογρά-

ψει τη Συνθήκη του Μέτρου. Η Ελλάδα, στο πλαίσιο της συμφύωσης προς την Οδηγία 80 / 181 / Ε.Ο.Κ. του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 20ης Δεκεμβρίου 1979, υιοθέτησε επίσημα το S.I. με το Προεδρικό Διάταγμα 515 / 1983.

Το S.I. αποτελεί τον αντικαταστάτη προγενέστερων μορφών του Μετρικού Συστήματος όπως το MKS (m, kg, s) και το MKSA (m, kg, s, A). Είναι αποτέλεσμα συμφωνίας των επιστημόνων οι οποίοι επέλεξαν τις μονάδες που θεωρούνται θεμελιώδεις με κριτήρια θεωρητικής συνέπειας και πρακτικής σημασίας. Η πρόοδος της επιστήμης και οι ανθρώπινες ανάγκες μπορούν να επιβάλουν αλλαγή των μονάδων. Περιλαμβάνει επτά (7) θεμελιώδεις μονάδες οι οποίες ορίζονται ανεξάρτητα μεταξύ τους. Οι

συνδυασμοί των επτά (7) θεμελιωδών μονάδων με μαθηματικούς τύπους δίνουν τις παράγωγες μονάδες. Υπάρχουν ακόμη και οι συμπληρωματικές μονάδες (rad, sterad) που ταξινομούνται είτε ως θεμελιώδεις είτε ως παράγωγες μονάδες.

#### 3.3 Πρότυπα αναφοράς

Η ομοιομορφία στις μετρήσεις επιβάλλεται ως αναγκαία προϋπόθεση για τη συνεργασία των επιστημόνων και των κατασκευαστών, ώστε να διασφαλίζεται η ομαλή διεξαγωγή των ανταλλαγών. Αυτό επιτυγχάνεται όταν η ρύθμιση των οργάνων μέτρησης γίνεται με κοινό πρότυπο, το οποίο αποτελεί το Πρότυπο Αναφοράς. Η διαδικασία ρύθμισης ενός οργάνου σύμφωνα με το Πρότυπο Αναφοράς καλείται *βαθμονόμηση* (calibration, etalonnage). Προσδιορίζονται οι απόλυ-

| Μέγεθος                    | Ονομασία Μονάδας | Σύμβολο Μονάδας |
|----------------------------|------------------|-----------------|
| Μήκος                      | Μέτρο            | m               |
| Μάζα                       | Χιλιόγραμμα      | kg              |
| Χρόνος                     | Δευτερόλεπτο     | s               |
| Ένταση Ηλεκτρικού Ρεύματος | Ampere           | A               |
| Θερμοδυναμική Θερμοκρασία  | Kelvin           | K               |
| Ποσότητα Υλης              | Mole             | mol             |
| Φωτεινή Ένταση             | Candela          | cd              |

#### ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

| Μέγεθος   | Ονομασία Μονάδας | Σύμβολο Μονάδας |
|---|------------------|-----------------|
| Συχνότητα   | Hertz            | Hz              |
| Δύναμη  | Newton           | N               |
| Πίεση, Τάση   | Pascal           | Pa              |
| Ενέργεια, Έργο, Ποσότητα Θερμότητας   | Joule            | N · m           |
| Ισχύς, Ροή Ενέργειας  | Watt             | W               |
| Ποσότητα Ηλεκτρισμού, Ηλεκτρικό Φορτίο  | Coulomb          | C               |
| Ηλεκτρική Τάση, Ηλεκτρικό Δυναμικό, Ηλεκτρεγερτική Δύναμη                             | Volt             | V               |
| Ηλεκτρική Αντίσταση   | Ohm              | $\Omega$        |
| Ηλεκτρική Αγωγιμότητα   | Siemens          | S               |
| Ηλεκτρική Χωρητικότητα  | Farad            | F               |
| Μαγνητική Ροή   | Weber            | Wb              |
| Μαγνητική Έπαγωγη   | Tesla            | T               |
| Συντελεστής Αντεπαγωγής   | Henry            | H               |
| Φωτεινή Ροή   | Lumen            | lm              |
| Φωτισμός  | Lux              | lx              |
| Ραδιενέργεια (Ιονίζουσες Ακτινοβολίες)  | Becquerel        | Bq              |
| Απορροφόμενη Δόση, Δείκτης Απορροφόμενης Δόσης Ενέργειας Μεταδιδόμενης στη Μάζα Κετμα | Gray             | Gy              |
| Βιολογικός Αποτελεσματικός Απορροφόμενη Δόση, Ισοδύναμο Δόσης                         | Sievert          | Sv              |

#### ΠΑΡΑΓΩΓΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ



τες τιμές που αντιστοιχούν σε διαβαθμίσεις μιας αυθαίρετης κλίμακας ενός οργάνου.

Οι χώρες με ανεπτυγμένη βιομηχανία, διαθέτουν Εθνικά Πρότυπα Αναφοράς για τις θεμελιώδεις μονάδες αλλά και για τις παράγωγες μονάδες που έχουν πρακτική αξία. Όλα τα όργανα ακριβείας επιστημονικής και βιομηχανικής χρήσης βαθμονομούνται σύμφωνα με το αντίστοιχο επίσημο Εθνικό Πρότυπο Αναφοράς. Τα Εθνικά Πρότυπα Αναφοράς αποστέλλονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, στο Δ.Γ.Μ.Σ. ώστε να συγκριθούν τόσο μεταξύ τους όσο και με το αντίστοιχο Διεθνές Πρότυπο Αναφοράς. Έτσι εξασφαλίζεται η καθολικότητα των μετρήσεων, ικανή και αναγκαία συνθήκη για τις διεθνείς επιστημονικές και τεχνολογικές συνεργασίες. Τα επίσημα Εθνικά Πρότυπα Αναφοράς παρουσιάζουν τη μέγιστη ακρίβεια. Χαρακτηρίζονται ως πρωτεύοντα πρότυπα και τη φύλαξή τους αναλαμβάνουν ιδρύματα όπως το National Bureau of Standards στις Η.Π.Α., το Bureau National de Metrologie στη Γαλλία, το National Physical Laboratory στην Αγγλία, κ.α. Ο χειρισμός των πρωτευόντων προτύπων απαιτεί ιδιαίτερα προσεκτικές διαδικασίες, με αποτέλεσμα να καθίστανται δύσχρηστα. Συνεπώς τα μετρητικά όργανα ενός εργαστηρίου δεν βαθμονομούνται έπειτα από σύγκριση με τα πρωτεύοντα πρότυπα αλλά έπειτα από σύγκριση με τα δευτερεύοντα, τριτεύοντα κ.α. πρότυπα αναφοράς τα οποία βαθμονομούνται σύμφωνα με το Εθνικό Πρότυπο Αναφοράς και χαρακτηρίζονται από την αντοχή τους και την ευκολία χρήσης τους στις συνθήκες εργασίας. Σήμερα, με εξαίρεση το Χιλιόγραμμα, όλα τα πρότυπα των θεμελιωδών μονάδων του S.I. προκύπτουν από σταθερά φαινόμενα της Φυσικής που αναπαράγονται εργαστηριακά. Οι επιστήμονες προσπαθούν συνεχώς να προσδιορίσουν πειράματα που εξασφαλίζουν τη μέγιστη ακρίβεια. Οι πειραματικές διατάξεις που υλοποιούν τις μονάδες με τη μέγιστη

ακρίβεια απαιτούν εργαστήρια με εξοπλισμό υψηλής στάθμης. Στην καθημερινή πρακτική, όταν δεν χρειάζεται τόσο μεγάλη ακρίβεια, δεν χρησιμοποιούνται Πρωτεύοντα Εργαστηριακά Πρότυπα Αναφοράς αλλά δευτερεύοντα πρότυπα, πιο εύχρηστα. Αυτά τα μικρότερης ακρίβειας πρότυπα αναφοράς βασίζονται σε διαφορετικό φαινόμενο της Φυσικής από τα πρωτεύοντα και συχνά είναι υλικά αντικείμενα. Τα πρότυπα αναφοράς που χρησιμοποιούνται στα εργαστήρια και στις βιομηχανίες αποτελούνται από πρότυπες συσκευές με τις οποίες γίνεται η βαθμονόμηση των άλλων οργάνων.

Στην Ελλάδα, δεν υπάρχουν επίσημα Εθνικά Πρότυπα Αναφοράς, με εξαίρεση το Χιλιόγραμμα. Το Εθνικό Πρότυπο Αναφοράς του Μέτρου που φυλάσσεται στο Υπουργείο Εμπορίου δεν αντιστοιχεί πλέον στον νέο επίσημο διεθνή ορισμό του Μέτρου. Αυτό έχει συνέπεια την ανυπαρξία εθνικών αναφορών για τη βαθμονόμηση των οργάνων μέτρησης. Τα εργαστήρια και οι βιομηχανίες που πραγματοποιούν μετρήσεις ακριβείας βαθμονομούν τα όργανα μετρήσεων σύμφωνα με τα πρότυπα που υπάρχουν στο εξωτερικό, συνήθως της χώρας προέλευσής τους.

### 3.4 Μονάδα μήκους - Μέτρο (m)

Ο επίσημος ορισμός (1983) του Μέτρου είναι: Το Μέτρο είναι το Μήκος του διαστήματος που διανύει το φως στο κενό σε χρόνο  $1/299792458$  του δευτερολέπτου. Για την υλοποίηση του ορισμού αυτού χρησιμοποιείται ως πηγή φωτός ένα laser που εκπέμπει παλμούς φωτός. Υπάρχει η δυνατότητα μέτρησης με μεγάλη ακρίβεια του χρονικού διαστήματος που χρειάζεται ο παλμός για να διανύσει μια ορισμένη γνωστή απόσταση ανάμεσα σε δύο σημεία. Όταν το χρονικό διάστημα είναι  $1/299792458$  του δευτερολέπτου, τότε η απόσταση μεταξύ των δύο σημείων είναι ένα (1) Μέτρο. Οι μονάδες εμβαδού ( $m^2$ ) και όγκου ( $m^3$ ) είναι οι άμεσα παράγωγες

μονάδες του Μέτρου. Ακόμη πολλές παράγωγες μονάδες του S.I. περιέχουν το Μέτρο στον ορισμό τους.

### 3.5 Μονάδα μάζας - Χιλιόγραμμα (kg)

Ο επίσημος ορισμός (1889) του Χιλιόγραμμου είναι: Το Χιλιόγραμμα είναι η μονάδα της Μάζας και ισούται με τη Μάζα του Διεθνούς Προτύπου του Χιλιόγραμμου. Από τη φύση του ο ορισμός του Χιλιόγραμμου δεν παρέχει την δυνατότητα πειραματικής υλοποίησης. Το Πρότυπο Χιλιόγραμμα, ως υλικό αντικείμενο, μπορεί να υποστεί αλλοιώσεις, κυρίως εξαιτίας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Έτσι, φυλάσσονται στον ίδιο χώρο έξι (6) πανομοιότυπα αντίτυπα που ελέγχονται περιοδικά με συγκριτικές ζυγίσεις. Όλες σχεδόν οι χώρες διαθέτουν το δικό τους Εθνικό Πρότυπο Χιλιόγραμμα το οποίο συγκρίνεται τακτικά με το Διεθνές Πρότυπο Χιλιόγραμμα, με τη βοήθεια ειδικά κατασκευασμένων ζυγαριών μεγάλης ακριβείας, της τάξης του  $10^{-7}$  του Χιλιόγραμμου.

### 3.6 Μονάδα χρόνου - Δευτερόλεπτο (s)

Ο επίσημος ορισμός (1967) του Δευτερόλεπτου είναι: Το Δευτερόλεπτο είναι η διάρκεια 9192631770 περιόδων της ακτινοβολίας που αντιστοιχεί στη μετάπτωση ανάμεσα στις δύο υπέρλεπτες στάθμες της βασικής κατάστασης του ατόμου του Καισίου  $Cs^{133}$ . Ο ορισμός αυτός επιτρέπει τη μέτρηση του χρόνου με εξαιρετική ακρίβεια της τάξης του  $10^{-13}$  s. Τα άτομα του Καισίου ( $Cs$ ) έχουν την ιδιότητα, όταν διεγείρονται, να παράγουν μια ταλάντωση εξαιρετικά σταθερή και εύκολα μετρήσιμη με τη σύγχρονη τεχνολογία των μικροκυμάτων. Η ιδιότητα αυτή χρησιμοποιείται στην κατασκευή του ατομικού χρονόμετρου το οποίο είναι ένας παλμοδότης πολύ μεγάλης ακριβείας. Το Διεθνές Γραφείο Ωρας που εδρεύει στο Παρίσι έχει τον έλεγχο της μετάδοσης της ώρας αναφοράς



στις χώρες του κόσμου με την εκπομπή ραδιοηλεκτρικών σημάτων, που λαμβάνονται από ειδικές συσκευές. Έτσι επιτυγχάνεται η ομοιομορφη ροή του χρόνου σε ολόκληρο τον κόσμο και η οικουμενικότητα της αριθμητικής τιμής της ώρας. Στην Ελλάδα η Πρότυπη Μονάδα Χρόνου βρίσκεται στο Σταθμό του Διόνυσου. Η μονάδα της Συχνότητας (Hz), δηλαδή ο αριθμός των ταλαντώσεων που πραγματοποιεί ένα σύστημα σε χρόνο ενός Δευτερόλεπτου, αποτελεί παράγωγη μονάδα του Χρόνου.

### 3.7 Μονάδα έντασης ηλεκτρικού ρεύματος - Ampere (A)

Ο επίσημος ορισμός (1948) του Ampere είναι: Το Ampere είναι η Ένταση Σταθερού Ηλεκτρικού Ρεύματος το οποίο, όταν διαρρέει δύο αγωγούς παράλληλους, ευθύγραμμους, με άπειρο μήκος και αμελητέα κυκλική Διατομή, που απέχουν μεταξύ τους ένα (1) Μέτρο στο κενό, παράγει ανάμεσα τους Δύναμη Newton ανά Μέτρο Μήκους. Ο ορισμός του Ampere πραγματοποιείται προσεγγιστικά από ορισμένα εργαστήρια με χρήση του Ηλεκτροδυναμόμετρου, μιας ειδικής ζυγαριάς που καταγράφει την ασκούμενη Δύναμη μεταξύ των δύο αγωγών του ορισμού όταν διαρρέονται από Ηλεκτρικό Ρεύμα. Όταν η ένδειξη του Ηλεκτροδυναμόμετρου είναι Newton, τότε το διερχόμενο Ηλεκτρικό Ρεύμα θεωρείται Έντασης ενός (1) Ampere. Το περιθώριο σφάλματος κατά την υλοποίηση του ορισμού με το Ηλεκτροδυναμόμετρο είναι της τάξης του Ampere. Το Farad, το Volt και το Ohm είναι παράγωγες μονάδες. Στην πράξη η τιμή του Ampere προκύπτει από τις παραπάνω μονάδες. Η υλοποίηση των τριών παραγωγών μονάδων είναι εύκολη και επιτρέπει τη μέτρηση του Ampere με ακρίβεια.

### 3.8 Μονάδα θερμοκρασίας - Kelvin (K)

Ο επίσημος ορισμός (1954) του Kelvin είναι: Ένα Kelvin (1K) είναι το 1/273.16 της Θερμοδυναμικής

Θερμοκρασίας του τριπλού σημείου του νερού. Το τριπλό σημείο του νερού είναι το σημείο ισορροπίας ανάμεσα στον πάγο, το νερό και τους υδρατμούς. Το τριπλό σημείο του νερού μπορεί πρακτικά να επιτευχθεί με σχετική ευκολία. Για να διευκολύνονται στην πράξη οι μετρήσεις της Θερμοκρασίας χρησιμοποιείται η Διεθνής Πρακτική Κλίμακα Θερμοκρασίας που έχει ορισθεί, έτσι ώστε, να συμφωνεί όσο το δυνατόν περισσότερο με την κλίμακα Kelvin. Αυτή αποτελείται από μια σειρά σταθερών σημείων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως σημεία αναφοράς για τις Θερμοκρασίες, τριπλό σημείο του Αργού (Ar) 83.798 K, του Λευκόχρυσου (Pt) 2012K κ.α. Ειδικά όργανα επιτρέπουν να προσδιορίζονται με μεγάλη ακρίβεια Θερμοκρασίες που βρίσκονται ανάμεσα σε δύο σταθερά σημεία της κλίμακας.

### 3.9 Μονάδα ποσότητας ύλης - Mole (mol)

Ο επίσημος ορισμός (1971) του Mole είναι: Το Mole είναι η Ποσότητα Ύλης σε ένα σύστημα που περιέχει τόσα στοιχειώδη σωματίδια όσα είναι τα άτομα που υπάρχουν σε 12 Γραμμάρια Ανθρακα 12 (<sup>12</sup>C). Όταν χρησιμοποιείται το Mole, πρέπει να καθορίζονται κάθε φορά τα στοιχειώδη σωματίδια που μπορεί να είναι άτομα, μόρια, ιόντα, ηλεκτρόνια, άλλα σωματίδια ή καθορισμένες ομάδες τέτοιων σωματιδίων. Δεν υπάρχει σήμερα ένα μοναδικό πρότυπο αναφοράς. Διάφορα υλικά αναφοράς (καθαρός Σίδηρος (Fe), κράματα Σιδήρου (Fe), Αζωτο (N), κ.α.), των οποίων η σύσταση έχει καθορισθεί ως πρότυπη, παίζουν το ρόλο προτύπου αναφοράς για χημικές αναλύσεις και ρύθμιση οργάνων. Το Mole, έδωσε τη δυνατότητα στην ατομική θεωρία του Dalton να υλοποιηθεί εργαστηριακά.

### 3.10 Μονάδα φωτεινής έντασης - Candela (cd)

Ο επίσημος ορισμός (1979) της Candela είναι: Η Candela είναι η

Φωτεινή Ένταση, προς μία ορισμένη κατεύθυνση, μιας πηγής που εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία Συχνότητας 540.10<sup>12</sup> Hz, όταν η Ένταση της ακτινοβολούμενης Ενέργειας προς την κατεύθυνση αυτή είναι 1/683 Watt ανά sterad. Η Candela είναι η βασική μονάδα της Φωτομετρίας, η οποία πραγματεύεται την αλληλεπίδραση μιας φωτεινής ακτινοβολίας με το ανθρώπινο μάτι. Προσδιορίζεται με ακρίβεια της τάξης του 5.10<sup>-4</sup> και υλοποιείται με ειδικούς λαμπτήρες αναφοράς. Οι παράγωγες μονάδες είναι το lumen που μετράει τη Φωτεινή Ροή μιας φωτεινής πηγής και το lux που μετράει την Ένταση Φωτισμού ενός σώματος.

### 3.11 Μετρήσεις και ελληνική πραγματικότητα

Αναγκαία προϋπόθεση για την εξασφάλιση της επιβίωσης και της εξέλιξης της βιομηχανικής παραγωγής καθώς και της βελτίωσης της ποιότητας ζωής των πολιτών μιας χώρας, είναι η ύπαρξη ενός δικτύου εργαστηρίων τα οποία έχουν την ικανότητα να πραγματοποιούν αξιόπιστες μετρήσεις.

Στην Ελλάδα, υπάρχουν εργαστήρια στα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα (Α.Ε.Ι.) και στα Ερευνητικά Κέντρα. Τα περισσότερα Υπουργεία διαθέτουν εργαστήρια και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα μετρητικών δραστηριοτήτων. Πολλά από αυτά τα εργαστήρια προσφέρουν υπηρεσίες σε τρίτους (Βιομηχανία, Συνεταιρισμοί, Τοπική Αυτοδιοίκηση, κ.α.). Χαρακτηριστικά αναφέρονται η Υπηρεσία Διακρίβωσης και το Κέντρο Εξασφάλισης Ποιότητας Ηλεκτρονικού Υλικού του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας που καλύπτει τις ανάγκες των Ενόπλων Δυνάμεων και παρέχει υπηρεσίες υψηλού επιπέδου στη Βιομηχανία, το Γενικό Χημείο του Κράτους του Υπουργείου Οικονομικών, που από το 1929 ασχολείται σοβαρά με την προστασία του καταναλωτή, το Κέντρο Υγιεινής και Ασφάλειας Εργαζομένων του Υπουργείου Εργασίας, το Εργαστήριο Μέτρων και Σταθμών



του Υπουργείου Εμπορίου, το Εργαστήριο μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.), τα Εργαστήρια του Υπουργείου Γεωργίας που ελέγχουν την ποιότητα των αγροτικών προϊόντων και των αγροτικών μηχανημάτων. Εργαστήρια διαθέτουν και οι Δημόσιοι Οργανισμοί. Χαρακτηριστικά αναφέρονται τα Εργαστήρια Οικιακών Ηλεκτρικών Συσκευών και Καλωδίων του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛ.Ο.Τ.), τα Εργαστήρια ινών και νημάτων, βαφών, κλωστικών κατασκευών και τεχνολογίας ενδυμάτων του Οργανισμού Βάμβακος. Δημόσιες Επιχειρήσεις όπως η Ελληνική Αεροπορική Βιομηχανία (Ε.Α.Β.) και η Ελληνική Βιομηχανία Οπλων (Ε.Β.Ο.) διαθέτουν Μετρολογική Υπηρεσία. Η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.) ελέγχει την ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιεί στο Κέντρο Δοκιμών Ερευνών και Προτύπων το οποίο μπορεί να προσφέρει ακόμη υπηρεσίες στις βιομηχανίες τόσο στον τομέα του ηλεκτρολογικού υλικού αλλά και της εδαφομηχανικής και της αντοχής υλικών.

Με νόμο που δημοσιεύθηκε στην Εφημερίδα της Κυβέρνησης (31.08.1994), καθορίζονται οι αρμοδιότητες, οι στόχοι και η λειτουργία του Ελληνικού Ινστιτούτου Μετρολογίας (Ε.Ι.Μ.), με έδρα τη Θεσσαλονίκη και με την εποπτεία του Υπουργείου Βιομηχανίας, Ερευνας και Τεχνολογίας (Υ.Β.Ε.Τ.). Φορέας υλοποίησης του έργου είναι ο ΕΛ.Ο.Τ. Το Ε.Ι.Μ. θα στεγάζεται στη Βιομηχανική Περιοχή Θεσσαλονίκης, στη Σίνδο. Στις αρχές του 1996 θα αρχίσει η λειτουργία των τριών (3) Εργαστηρίων Μεγάλων Μαζών, Όγκου και Δύναμης. Οι δαπάνες του εξοπλισμού τους καλύπτονται από την Κοινωνική πρω-

τοβουλία PRISMA. Τα Εργαστήρια ALGOSYSTEMS στην Αθήνα και C3T στο Κιλκίς (Θερμοκρασία), το Υπουργείο Εμπορίου (Μάζα), η Υπηρεσία Διακρίβωσης Πολεμικής Αεροπορίας (Μήκος), η Ε.Α.Β., η Δ.Ε.Η. (Ηλεκτρισμός), εντάσσονται σε άλλους φορείς αλλά είναι συνδεδεμένα με το Ε.Ι.Μ. και η λειτουργία τους επιδοτείται επειδή απαιτεί υψηλό κόστος.

Το θέμα των εργαστηρίων για τον έλεγχο της ποιότητας είναι εξαιρετικά δυσπρόσιτο επιστημονικά. Κάθε εργαστήριο έχει πολύ υψηλή τεχνολογία, εξειδικευμένη για συγκεκριμένη κατηγορία προϊόντων. Το Ε.Ι.Μ. θα αποτελεί τον Εθνικό Φορέα ελέγχου της ποιότητας αγαθών και προϊόντων ώστε να προστατεύεται το καταναλωτικό κοινό, να καθίστανται ανταγωνιστικά τα Ελληνικά προϊόντα, να μην γίνονται ανεξέλεγκτα οι εισαγωγές ξένων ειδών και να μεταφτυθει Ελληνική τεχνολογία στις Βαλκανικές Χώρες, των οποίων το σύστημα διακρίβωσης είναι ουσιαστικά ανύπαρκτο.

#### 4. Επίλογος

Τα διακόσια (200) χρόνια του Μετρικού Συστήματος (1795 - 1995), το οποίο αντικατέστησε τα μέτρα και τα σταθμά με ένα απλό Δεκαδικό Σύστημα, γιορτάζεται στο Παρίσι με μια έκθεση στα Archives de France, όπου είχαν γίνει μερικές από τις έρευνες που οδήγησαν σε αυτό. Επίκεντρο της έκθεσης είναι το επίσημο Μέτρο, μια λεπτή βέργα από πλατίνα, το μέταλλο που επηρεάζεται λιγότερο από τη θερμότητα ή το ψύχος. Είναι το πρωτότυπο σύμφωνα με το οποίο έγιναν τα πρώτα αντίγραφα και το γεγονός ότι είναι 0.2 Χιλιοστά πιο μικρό από ότι θα έπρεπε (όπως και το επίσημο Χιλιόγραμμα αποδείχθηκε 0.27 Γραμμάρια πιο βαρύ) δεν μειώνει

την αξία του.

Η έκθεση περιλαμβάνει παραδείγματα ειδών πρώτης ανάγκης που παραβιάζουν το νόμο του 1795, ο οποίος αποδεχόταν τα δίκιλα (2), τα μισόκιλα (1/2) και τα δύο (2) ή μισά (1/2) Λίτρα, όχι όμως τα τέταρτα (1/4) και τα όγδοα (1/8). Όμως ακόμη και σήμερα το βούτυρο πουλιέται σε πακέτα των εκατόν είκοσι πέντε (125) ή των διακοσίων πενήντα (250) Γραμμαρίων και η μπίρα σε demis (μισά) των τριάντα τριών (33) Κυβικών Εκατοστών. Τα Γαλλικής κατασκευής γάντια ακολουθούν μεγέθη που βασίζονται στις ίντσες. Οι ναυτικοί χρησιμοποιούν Μίλια και Κόμβους.

Η έκθεση στα Archives Nationales έχει τον τίτλο *Le Mal de Changer* (η δυσκολία της αλλαγής) και είναι εμφανές ότι οι αλλαγές δεν συντελούνται εύκολα. Το νέο φράγκο κυκλοφόρησε στη Γαλλία το 1960, πολλοί όμως Γάλλοι εξακολουθούν να υπολογίζουν το χρήμα με τα παλιά φράγκα, ακόμη και αν δεν είχαν γεννηθεί πριν από τριάντα (30) χρόνια.

#### 5. Βιβλιογραφία

1. College Physics, Sears, Zemansky, Young, Eighth Edition, Addison - Wesley Publishing Company, Amsterdam, 1980.
2. Fundamentals of Physics, Halliday - Resnick, Second Edition, Extended, John Wiley & Sons Inc., 1981.
3. Advanced Physics. Materials and Mechanics, T. Duncan, Second Edition, John Murray, London, 1981.
4. Advanced Physics. Fields, Waves and Atoms, T. Duncan, Second Edition, John Murray, London, 1981.
5. Elementary Modern Physics, R. Weidner - R. Nelson, Harcourt Brace Jovanovich, Inc., 1982.
6. Φύλλα Εφημερίδας της Κυβέρνησης.