

Μουσεία προτύπων ή Ερευνητικά Κέντρα υψηλής στάθμης;

(Ο σύγχρονος χαρακτήρας των ινστιτούτων μετρολογίας)

του Κωνσταντίνου Καγκαράκη

1. Η πρώτη περίοδος

Τα αίτια για τη δημιουργία των διεθνών και των εθνικών ινστιτούτων μετρολογίας τα τελευταία 80 χρόνια, μπορούν να αναζητηθούν στην ταυτόχρονη και αλληλοσυνδεδεμένη ιστορική ανάπτυξη, που σημειώθηκε τον προηγούμενο αιώνα σε τρεις καθοριστικές δραστηριότητες. Εννοούμε την υιοθέτηση της πειραματικής μεθόδου στις φυσικές επιστήμες, την εφαρμογή των μεθόδων της μαζικής βιομηχανικής παραγωγής και την αντίστοιχη εξαπλώση του διεθνούς εμπορίου. Είναι αυτονόητο ότι η απρόσκοπτη διεξαγωγή και εξέλιξη των παραπάνω δραστηριοτήτων θα ήταν ανέφικτη χωρίς την αποτελεσματική αντιμετώπιση μιας επιτακτικής ανάγκης: την καθιέρωση ενός κοινά αποδεκτού συστήματος για την πραγματοποίηση αξιόπιστων μετρήσεων στα μεγέθη και τις ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τα παρατηρούμενα φαινόμενα, τα παραγόμενα προϊόντα και τα διακινούμενα αγαθά.

Η ανάγκη αυτή οδήγησε στη σύναψη της Συνθήκης του Μέτρου, το 1875 που ήταν μια διακυβερνητική συμφωνία μεταξύ 17 κρατών για την ίδρυση του Διεθνούς Γραφείου Σταθμών και Μέτρων (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM), με έδρα τη Sèvres, κοντά στο Παρίσι. Βασικός σκοπός του BIPM ήταν η υλοποίηση και η διαφύλαξη των προτύπων μεγεθών της μάζας και του μήκους, εφαρμοζοντας το μετρικό σύστημα. Το πρότυπο χιλιόγραμμα και το πρότυπο μέτρο, καθώς και τα επικυρωμένα αντίτυπά τους, που διατέθηκαν στα συμμετέχοντα κράτη, κατασκευάστηκαν από κράμα ιριδίου-χου λευκοχρύσου και χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια ως διεθνή πρότυπα αναφοράς στις επιστήμες, την τεχνολογία και το εμπόριο. Η ανάγκη της προστασίας των διεθνών προτύπων από την οποιαδήποτε αλλοίωση ή φθορά, επέβαλε την αυστηρή φύλαξή τους σε προστατευόμενους χώρους με ειδικές συνθήκες και την αποφυγή κάθε περιττής επέμβασης σε αυτά, π.χ. το αρχικό πρότυπο χιλιόγραμμα του BIPM έχει χρησιμοποιηθεί μόνο τρεις φορές στα τελευταία 100 χρόνια, για την πραγματοποίηση συγκρίσεων με τα επικυρωμένα αντίτυπά του και, μέσω αυτών, με τα αντίστοιχα 34 εθνικά πρότυπα χιλιόγραμμα.

Η απόκτηση και η υποχρέωση διαφύλαξης και προβολής των διεθνών προτύπων στα συμμετέχοντα κράτη, οδήγησε στη συνέχεια στη δημιουργία

εθνικών ινστιτούτων μετρολογίας, όπως το 1887 η γερμανική Φυσικο-Τεχνική Υπηρεσία (αρχικά Physikalisch - Technische Reichsanstalt, PTR, και στη συνέχεια Physikalisch - Technische Bundesanstalt, PTB), το βρετανικό Εθνικό Φυσικό Εργαστήριο (National Physical Laboratory, NPL) στα 1900, η αμερικανική Εθνική Υπηρεσία Προτύπων (National Bureau of Standards) το 1901 και στη συνέχεια οι αντίστοιχες υπηρεσίες στην Ιαπωνία (1903), στο Βέλγιο (1904) κλπ.

Βαθμιαία, οι δραστηριότητες του BIPM επεκτάθηκαν και σε άλλα μεγέθη, κυρίως για τις θεμελιώδεις και παράγωγες μονάδες του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (Système International, SI) στην περιοχή του ηλεκτρισμού από το 1927, στη φωτομετρία και ακτινομετρία από το 1933, στη θερμομετρία από το 1937, στο χρόνο από το 1956, στις ιονίζουσες ακτινοβολίες από το 1958 και στην ποσότητα της ύλης από το 1993. Έτσι, σήμερα με τη χρησιμοποίηση των προτύπων του και των πειραματικών του διατάξεων, το BIPM αναλαμβάνει τη διεξαγωγή συγκρίσεων και διακριβώσεων για τις ανάγκες των εθνικών μετρολογικών ινστιτούτων των συμμετεχόντων κρατών που έχουν αναπτύξει αντίστοιχες δραστηριότητες, ως προς τη μάζα (με τα πρότυπα του 1kg), το μήκος (με λέιζερ ηλίου-νέου), ηλεκτρικά μεγέθη (τάσης και αντίστασης με διόδους Josephson και διατάξεις Hall, αντίστοιχα), φωτομετρικά

Ο Κ. Καγκαράκης είναι καθηγητής στον Τομέα Ηλεκτροεπιστήμης του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ, Εθνικός εκπρόσωπος στη διαχειριστική επιτροπή του κοινοτικού προγράμματος «Πρότυπα, Μετρήσεις και Δοκιμές» και Πρόεδρος του Δ.Σ. του Ελληνικού Ινστιτούτου Μετρολογίας.

και ακτινομετρικά μεγέθη (με λαμπτήρες πυράκτωσης και ανιχνευτές πυρτίου) και ιονίζουσες ακτινοβολίες (με θαλάμους ιονισμού και δοσίμετρα θερμοφθορισμού).

Σήμερα, ο αριθμός των κρατών που συμμετέχουν στη Συνθήκη του Μέτρου και συνεργάζονται με το BIPM, έχει φτάσει το σαράντα οκτώ. Το ότι η Ελλάδα δεν είναι ένα από αυτά, αποτελεί σαφή ένδειξη τη καθυστέρησης της χώρας στον τομέα της μετρολογίας. Προφανώς, η αιτία της απουσίας δεν είναι τόσο η δυσκολία να βρεθεί το κονδύλι των 10 εκατομμυρίων δρχαμών για την ετήσια συνδρομή στο BIPM, αλλά μάλλον η αδυναμία της χώρας να αξιοποιήσει τα πλεονεκτήματα και τις δυνατότητες που θα της εξασφάλιζε η ενδεχόμενη συμμετοχή της.

2. Ο σύγχρονος χαρακτήρας των εθνικών μετρολογικών ινστιτούτων

Από την παραπάνω αναφορά στη συνεργασία του BIPM με τα εθνικά μετρολογικά ινστιτούτα, έγινε φανερό ότι η υλοποίηση των περισσότερων διεθνών προτύπων διενεργείται με εργαστηριακές μεθόδους. Στην πραγματικότητα, από όλες τις θεμελιώδεις μονάδες του συστήματος SI, μόνο το πρότυπο της μάζας, δηλαδή το χιλιόγραμμα, υπάρχει σε μια μόνιμη μορφή ενός μεταλλικού κυλίνδρου, που φυλάσσεται στα υπόγεια του BIPM. Αντίθετα, έχει πλέον εγκαταληφθεί η απόψη της διατήρησης των διεθνών προτύπων σε μόνιμη μορφή, ώστε σήμερα τα πρότυπα για τις υπόλοιπες μονάδες (μήκους, χρόνου, έντασης ηλεκτρικού ρεύματος, θερμοκρασίας, ποσότητας ύλης, φωτεινής ακτινοβολίας) προκύπτουν από την πειραματική παρατήρηση ορισμένων φυσικών φαινομένων, που προκαλούνται με την εφαρμογή μεθόδων και τεχνικών υψίστης ακριβείας και προηγμένης τεχνολογίας π.χ., από το 1988, για τον προσδιορισμό των ηλεκτρικών μονάδων χρησιμοποιείται το φαινόμενο Josephson, που εκδηλώνεται όταν εφαρμόζεται ορισμένη διαφορά δυναμικού στους υπεραγωγούς. Σήμερα, η αβεβαιότητα της μέτρησης της ηλεκτρικής τάσης στις πειραματικές διατάξεις διόδων Josephson μπορεί να είναι της τάξης του 10^{-10} , όση είναι περίπου και η αβεβαιότητα στη μέτρηση της μάζας του προτύπου χιλιόγραμμου με ζιγανιές ευκάμπτων ταινιών από κράμα χαλκού - βηρυλλίου, που έχουν κατα-

σκευαστεί στο BIPM. Επίσης, η αβεβαιότητα στις μετρήσεις του χρόνου με ατομικά ρολόγια καισίου στο BIPM είναι σήμερα της τάξης του 10^{-15} , ενώ σε ερευνητικά προγράμματα με ρολόγια παγιδευμένων ατόμων και ιόντων, που εκτελούνται σε ορισμένα εθνικά μετρολογικά εργαστήρια, η αβεβαιότητα έχει ήδη πέσει στην τάξη του 10^{-16} .

Η ανεξαρτητοποίηση των διεθνών προτύπων από υλοποιημένα υποδείγματα και η άμεση σύνδεσή τους με φυσικά φαινόμενα, έδωσε τη δυνατότητα της αναπαραγωγής των προτύπων, σε ιδανική μορφή σε εργαστήρια που διαθέτουν τον κατάλληλο εξειδικευμένο εξοπλισμό. Τούτο είχε ως συνέπεια τη βαθμιαία μεταβολή του χαρακτήρα των εθνικών μετρολογικών ινστιτούτων από μουσειακούς χώρους φύλαξης των προτύπων σε σύγχρονα ερευνητικά κέντρα, εφοδιασμένα με εργαστήρια πολύ υψηλής στάθμης, ώστε να έχουν την ικανότητα να πραγματοποιούν και να παρατηρούν τα αντίστοιχα φυσικά φαινόμενα με την απαιτούμενη μέγιστη ακρίβεια. Άλλωστε, η επιτόπια αναπαραγωγή ενός διεθνούς προτύπου στο εθνικό μετρολογικό ινστιτούτο μιας χώρας, ή ακόμα και μέσα στις εγκαταστάσεις μιας παραγωγικής μονάδας υψηλής

τεχνολογίας, με ακραίες μετρολογικές απαιτήσεις, χωρίς την προσφυγή για ιχνηλασιμότητα σε διεθνές πρότυπο στο εξωτερικό, μπορεί να προσφέρει πολύτιμη υπηρεσία στην τοπική βιομηχανία. Ας πάρουμε ως παράδειγμα μια προηγμένη βιομηχανία παραγωγής ολοκληρωμένων μικροηλεκτρονικών κυκλωμάτων, όπου η κατασκευαστική ανοχή στις φωτολιθογραφικές μάσκες δεν επιτρέπεται να ξεπερνά τα 60nm, περίπου. Δοθέντος ότι σε κάθε βήμα ιχνηλασιμότητας προς το πρότυπο αναφοράς, ο συντελεστής με τον οποίο αυξάνεται το υπεισερχόμενο σφάλμα στη διαδικασία διακρίβωσης ενός μετρολογικού οργάνου δεν μπορεί συνήθως να είναι μικρότερος από το 3 ή 4, συμπεραίνουμε ότι η εφαρμογή μιας κλασικής αλυσίδας διακρίβωσης στη βιομηχανία του παραδείγματος, θα οδηγούσε στην απαίτηση ανοχής στο πρότυπο αναφοράς των διαστατικών μεγεθών, κάτω από τα 5 nm περίπου, που στο σημερινό επίπεδο της τεχνολογίας είναι ανέφικτο.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι ένα άλλο ισχυρό κίνητρο για την ανάπτυξη ερευνητικής δραστηριότητας στα εθνικά μετρολογικά ινστιτούτα, είναι η υποχρέωση της μετρολογίας να παρακολουθεί έγκαιρα τις προόδους της τεχνολογίας, οι οποίες



Εικ. 1. Η μουσειακή όψη: Τα εθνικά πρότυπα χιλιόγραμμου, επικυρωμένα αντίτυπα του διεθνούς προτύπου, φυλάσσονται σε σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, κάτω από επάλληλους γυάλινους κώδωνες.

σε πολλές περιπτώσεις εξελίσσονται με ταχύτατο ρυθμό. Έτσι, έχει διαπιστωθεί ότι στα τελευταία 35 χρόνια υπάρχει η τάση να μειώνονται οι ανοχές στις διαστάσεις των βιομηχανικών προϊόντων στο 1/3 ανά δεκαετία. Π.χ. μεταξύ των ετών 1960 και 1995 οι ανοχές στους κινητήρες των αυτοκινήτων έχουν μειωθεί από περίου 100 μm σε 2 μm, στις οπτικές ίνες από 10 μm σε 100 nm και στα ολοκληρωμένα κυκλώματα από 1 μm σε 60 nm.

Από τις 3 κύριες και αλληλοεπικαλυπτόμενες περιοχές της μετρολογίας (επιστημονική, νόμιμη, βιομηχανική) τα περισσότερα εθνικά μετρολογικά ινστιτούτα τείνουν να απασχολούνται ειδικότερα με την επιστημονική μετρολογία, δηλαδή με τα πρότυπα και τις μονάδες των συστημάτων SI, με τη διεξαγωγή των μετρήσεων, με τα μετρητικά όργανα και με την έρευνα και την εκπαίδευση στη μετρολογία. Σε λιγότερες περιπτώσεις, οι ίδιοι οργανισμοί είναι επίσης αρμόδιοι για την νόμιμη μετρολογία, με την εφαρμογή κανονισμών στις εμπορικές συναλλαγές, και για τη βιομηχανική μετρολογία, με τη διαπίστευση μετρολογικών εργαστηρίων και την έκδοση πιστοποιητικών για τα συστήματα διασφάλισης της ποιότητας. Σπανιότερα, άλλες συγγενείς επιστημονικές περιοχές, όπως η μετρολογία στην ιατρική ή στη χημεία, μπορούν επίσης να αποτελούν αντικείμενο των εθνικών μετρολογικών ινστιτούτων.

3. Η ποικιλία της οργανωτικής δομής.

Ιστορικοί κυρίως λόγοι, αλλά και οι ειδικότερες συνθήκες ανάπτυξης της χώρας έχουν επηρεάσει αποφασιστικά την οργανωτική δομή και το χαρακτήρα που έχει αποκτήσει κάθε εθνικό μετρολογικό ινστιτούτο. Έτσι, στο χώρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συναντάμε περιπτώσεις που εκτείνονται από τον πλήρη συγκεντρωτισμό μέχρι την ευρύτερη αποκέντρωση και από την απόλυτη ενσωμάτωση στις δημόσιες υπηρεσίες μέχρι την ιδιωτική διαχείριση.

Όπως αναφέρθηκε, ο νέος ρόλος των εθνικών μετρολογικών ινστιτούτων τα υποχρεώνει να επεκταθούν σε πολλαπλές ερευνητικές δραστηριότητες υψηλής στάθμης. Είναι όμως γνωστό ότι η βέλτιστη απόδοση και η απρόσκοπτη λειτουργία των διαφόρων εργαστηρίων ενός ερευνητικού κέντρου χρειάζεται την ανάπτυξη στενής συνεργασίας μεταξύ τους και την

υποστήριξη από μια κοινή υποδομή, με εγκαταστάσεις, πολύ δαπανηρού εξοπλισμού, όπως ηλεκτρονικά μικροσκόπια, μικροαναλυτές, συστήματα υψηλού κενού και χαμηλών θερμοκρασιών, λεπτομηχανουργείο, αλλά και υπολογιστικό κέντρο, βιβλιοθήκη κλπ. Επομένως, η ορθολογική συγκρότηση ενός μετρολογικού ινστιτούτου, με τον χαρακτηριστή ερευνητικού κέντρου, επιβάλλει τη συγκέντρωση των εργαστηρίων του σε ένα κοινό περιβάλλον.

Παράδειγμα εθνικού μετρολογικού ινστιτούτου με συγκεντρωτική δομή είναι το βρετανικό NPL, με προσωπικό 600 ατόμων στο Τέντινγκτον, και σε μικρότερο βαθμό το γερμανικό PTB, κυρίως ως αποτέλεσμα της επανένωσης της Γερμανίας το 1990, με προσωπικό 1900 ατόμων στο Μπράουνσβάιχ και ένα παράρτημα στο πρώην Ανατολικό Βερολίνο, με προσωπικό 400 ατόμων.

Αντίθετα, στη Γαλλία επικράτησε, για ιστορικούς λόγους, ένα αποκεντρωμένο σύστημα, αφού το Εθνικό Γραφείο Μετρολογίας (Bureau National de Metrologie, BNM) ιδρύθηκε μόλις το 1969, με στόχο να συντονίσει τη μετρολογική δραστηριότητα που ήταν ήδη από καιρό διασπαρμένη σε διάφορες υπηρεσίες και εργαστήρια. Έτσι, το BNM στηρίζεται σήμερα στη λειτουργία πέντε διαφορετικών εθνικών μετρολογικών εργαστηρίων, ενώ παράλληλα αναθέτει τη διεξαγωγή βασικής έρευνας σε άλλα πανεπιστημιακά ή βιομηχανικά εργαστήρια.

Αποκεντρωμένο, αλλά για διαφορετικούς λόγους είναι και το μετρολογικό σύστημα της Φινλανδίας. Εδώ, λόγω του μικρότερου μεγέθους της χώρας, επικράτησε ως κριτήριο η προσπάθεια εξοικονόμησης οικονομικών και ανθρώπινων πόρων. Αξιοποιήθηκε, λοιπόν, η υφιστάμενη εργαστηριακή υποδομή στον δημοσιοτομέα, αλλά στη βιομηχανία, χωρίς περιττές δαπάνες για εξοπλισμό και οργάνωση.

Έτσι, το σύστημα περιλαμβάνει διάφορα ανεξάρτητα εθνικά εργαστήρια ανόμοιοι χαρακτήρα, όπως στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο του Ελσίνκι για την υψηλή τάση και τα οπτικά μεγέθη, στην Εταιρεία Telecom Finland για ηλεκτρικά μεγέθη στις υψηλές συχνότητες και για την ακουστική, και στο Κέντρο Μετρολογίας και Διαπίστευσης (Centre for Metrology and Accreditation, CMA) του Υπουργείου Εμπορίου και Βιομηχανίας για τη μάζα, το μήκος, τη θερ-

μοκρασία, την υγρασία και την πυκνότητα.

Μεγάλη διαφοροποίηση παρατηρείται επίσης στον χαρακτήρα των εθνικών μετρολογικών συστημάτων, ως προς το βαθμό της εξάρτησής τους από τη δημόσια διοίκηση. Στο ένα άκρο βρίσκεται η περίπτωση του Βελγίου, όπου η εθνική μετρολογική δραστηριότητα ασκείται από μια υπηρεσία ενσωματωμένη στη Διεύθυνση Ποιότητας του Υπουργείου Οικονομικών. Στις περισσότερες χώρες, υπάρχουν εθνικά μετρολογικά ινστιτούτα, όπως το γαλλικό BNM και το γερμανικό PTB, τα οποία συχνά έχουν τον χαρακτήρα οργανισμών κοινής ωφελείας. Στο άλλο άκρο ανήκει η περίπτωση του βρετανικού NPL, το οποίο έχει περάσει από τον Οκτώβριο 1995 σε ιδιωτική διαχείριση, με πενταετή αναθεώσιμη σύμβαση, αλλά με τον εξοπλισμό να παραμένει ιδιοκτησία του κράτους.

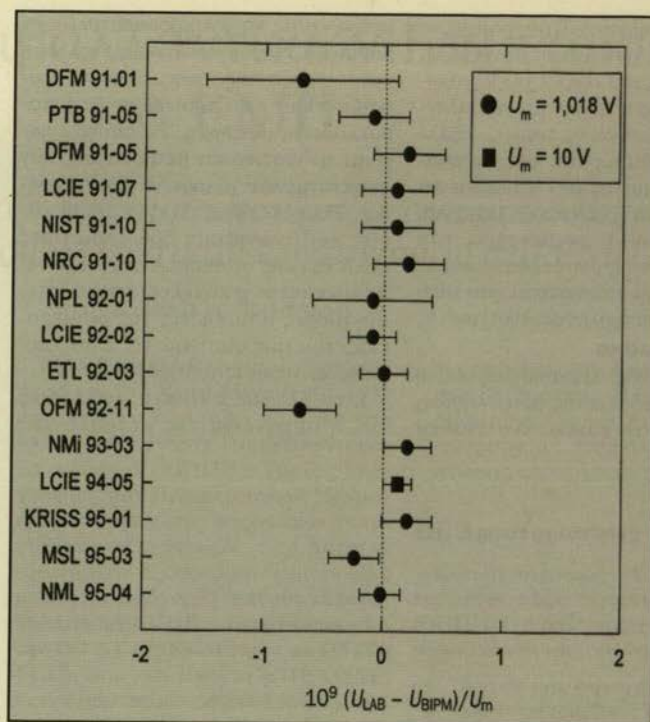
Η πορεία της εξέλιξης του καθεστώτος του NPL είναι ενδεικτική της προσαρμογής του χαρακτήρα ενός εθνικού μετρολογικού ινστιτούτου καθώς παρακολουθεί τις μεταβολές των καιρών. Το 1900, το NPL τέθηκε υπό τον έλεγχο της Βασιλικής Εταιρείας (αντίστοιχα περίπου προς την Ακαδημία Αθηνών), το 1918 προσαρτήθηκε στο Υπουργείο Έρευνας, το 1965 μεταφέρθηκε στο Υπουργείο Τεχνολογίας και το 1990 μετατράπηκε σε Οργανισμό υπό την εποπτεία του Υπουργείου Εμπορίου και Βιομηχανίας, πριν καταλήξει στην ιδιωτική διαχείριση, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Πάντως, σε κάθε περίπτωση, η λειτουργία των εθνικών ινστιτούτων μετρολογίας στηρίζεται κυρίως στη κρατική επιχορήγηση, αφού το ποσοστό των εσόδων από την παροχή υπηρεσιών δεν ξεπερνά συνήθως το 10% των δαπανών τους. Άλλωστε, το κόστος της διατήρησης ενός εθνικού ινστιτούτου μετρολογίας είναι ιδιαίτερα υψηλό. Υπολογίζεται ότι στις βιομηχανικές χώρες της Δύσης το κόστος αυτό κυμαίνεται συνήθως από το 0,003% μέχρι το 0,007% του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος της χώρας, ενώ στις ταχέως αναπτυσσόμενες χώρες της Άπω Ανατολής φτάνει το 0,01% του ΑΕΠ. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο προϋπολογισμός του βρετανικού NPL το 1995 ήταν περίπου 15 δισεκατομμύρια δραχμές, ενώ του γερμανικού PTB ήταν περίπου 50 δισεκατομμύρια δραχμές.

4. Το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας

Στο διάστημα της τελευταίας δεκαετίας βρίσκεται σε εξέλιξη μια ουσιαστική δραστηριότητα για την ανάπτυξη και οργάνωση του μετρολογικού συστήματος στην Ελλάδα, με πρωτοβουλίες προερχόμενες από πολλές πλευρές. Μια ιδιαίτερα σημαντική ενέργεια ήταν η σύνταξη μιας λεπτομερούς μελέτης, το 1988, από την UNIDO του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, με χρήσιμα συμπεράσματα και προτάσεις. Το αποφασιστικό βήμα έγινε το 1991 με την αποδοχή από την Ευρωπαϊκή Ένωση μιας πρότασης της Γ.Γ.Ε.Τ. για την ένταξη της ίδρυσης του Ελληνικού Ινστιτούτου Μετρολογίας (Ε.Ι.Μ.) στην κοινοτική πρωτοβουλία PRISMA, για την αναβάθμιση της ποιότητας των προϊόντων και των μεθόδων παραγωγής στις χώρες της περιφέρειας της Ε.Ε., με χρηματοδότηση που έφτασε τελικά τα 1,2 δισεκατομμύρια δραχμές. Στη συνέχεια, το Υπουργείο Βιομηχανίας Έρευνας και Τεχνολογίας προσέλαβε το γερμανικό εθνικό ινστιτούτο μετρολογίας PTB ως τεχνικό σύμβουλο, και το 1994 μια ομάδα εμπειρογνομόνων από το PTB, τον ΕΛΟΤ και τις εταιρείες συμβούλων KANTOR και ΕΥΡΩ-ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ, συντάξε το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Ε.Ι.Μ. Τον ίδιο χρόνο, το ΥΒΕΤ ανέθεσε την υλοποίηση του έργου στον ΕΛΟΤ, με την υποστήριξη μιας επταμελούς Επιτροπής Διαχείρισης από έλληνες εμπειρογνομους. Η επόμενη ενέργεια ήταν η αγορά ενός κτιρίου στη Βιομηχανική Περιοχή της Σίνδου, που διαμορφώθηκε κατάλληλα για την εγκατάσταση εργαστηρίων του Ε.Ι.Μ. Επίσης, προκρίστηκε διεθνής διαγωνισμός για την προμήθεια του βασικού εξοπλισμού των εργαστηρίων μετρολογίας που προβλέπονται από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα (δύναμης, μάζας, πίεσης, ροής, ηλεκτρικής ενέργειας, χρόνου και συχνότητας, θερμοκρασίας, υγρασίας, σκληρότητας, όγκου και πυκνότητας).

Εν τώ μεταξύ, τον Απρίλιο 1994 είχε ψηφιστεί ομόφωνα από την Ελληνική Βουλή ο Νόμος 2231/94, με τον οποίο συνεστήθη το Ε.Ι.Μ. ως νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου με έδρα τη Θεσσαλονίκη και προσδιορίστηκαν οι σκοποί και αρμοδιότητές του ως εθνικού φορέα μετρολογίας. Ειδικότερη αναφορά γίνεται στην ανάπτυξη και διάδοση της επιστημονικής και τεχνολογικής μετρολογικής γνώσης και στη λειτουργία εργαστηρίων για



Εκ. 2 Η ερευνητική δραστηριότητα: Το αποτέλεσμα συγκριτικών μετρήσεων της ηλεκτρικής τάσης με καινοτόμες πρότυπες διατάξεις διόδων Josephson και υψίστη ακρίβεια, στο BIPM και σε ομάδα ευρωπαϊκών και αμερικανικών εθνικών ινστιτούτων μετρολογίας, στο χρονικό διάστημα 1991-1995.

την παροχή υπηρεσιών διακρίβωσης μετρητικών οργάνων.

Η παραλαβή του πρώτου μέρους του εργαστηριακού εξοπλισμού, αξίας 1,5 δισεκατομμυρίων δραχμών, συμπληρώθηκε τον Φεβρουάριο 1996. Καλύπτει πλήρως τα εργαστήρια δύναμης, ροής και σκληρότητας, ενώ για τα υπόλοιπα θα απαιτηθεί συμπλήρωση με νέο διαγωνισμό. Το μεγαλύτερο μέρος του εξοπλισμού θα τοποθετηθεί στο κτίριο της Σίνδου, και ένα μικρότερο θα φιλοξενηθεί προς το παρόν σε κατάλληλα εργαστήρια του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα. Παράλληλα, προχωρούν οι διαδικασίες για την πρόσληψη και εκπαίδευση του αρχικού προσωπικού που θα στελεχώσει το Ε.Ι.Μ., ώστε μέσα στο 1996 να αρχίσει η παραγωγική λειτουργία του.

Σύμφωνα με το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα στην πρώτη φάση της ανάπτυξης του Ε.Ι.Μ. (1994-1999) προβλέπεται στη συνέχεια η συμπλήρωση του εξοπλισμού του και η κατασκευή ενός νέου κτιρίου στη Θεσσαλονίκη, με τις απαιτούμενες ανσθηρές προδιαγραφές για να στεγάσει όλες τις δραστηριότητες και τα εργαστήρια του Ε.Ι.Μ. Σε επόμενες φάσεις, μέχρι το 2005, θα ακολουθήσει η συμπλήρωση του εξοπλισμού, η πρόσληψη νέου προσωπικού και η προσθήκη και άλλων μετρολογικών εργαστηρίων (οπτικής, ακουστικής κλπ.), ώστε να καλυφθούν οι

βασικές μετρολογικές ανάγκες της χώρας και να είναι δυνατή η συμμετοχή του Ε.Ι.Μ. στις αντίστοιχες δραστηριότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Πρόβλημα χρηματοδότησης δεν θα πρέπει να υπάρξει, αφού από το 1995 η ανάπτυξη του Ε.Ι.Μ. έχει ενταχθεί στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Βιομηχανίας του 2ου Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης με το ποσό των 4,5 δισεκατομμυρίων δραχμών.

Η προβλεπόμενη κρατική επιχορήγηση προς το Ε.Ι.Μ. για το 1996 είναι 50 εκατομμύρια δραχμές, ποσό που δύσκολα συγκρίνεται π.χ. με τα 800 εκατομμύρια δραχμές του τρέχοντος προϋπολογισμού του εθνικού μετρολογικού ινστιτούτου της Φινλανδίας (CMA), μιας χώρας με ανάλογα οικονομικά μεγέθη προς αυτά της Ελλάδας. Σημειώνεται, πάντως, ότι στο προκαταρκτικό στάδιο ανάπτυξης που βρίσκεται το Ε.Ι.Μ., δεν θα ήταν έτσι κι αλλιώς σε θέση να απορροφήσει μια πολύ μεγαλύτερη επιχορήγηση.

Αντίθετα, το CMA αν και ιδρύθηκε μόλις το 1991, απόκτησε σύντομα πλήρη λειτουργικότητα χάρις στην αποκεντρωμένη του δομή, που περιγράφηκε παραπάνω, και επομένως μπορεί σήμερα να αξιοποιεί την υψηλή χρηματοδότησή του, η οποία έφτασε στα επίπεδα των άλλων αναπτυγμένων χωρών, αφού αντιστοιχεί στο 0,003% του ΑΕΠ της Φινλανδίας.

Όπως προκύπτει από το εφαρμοζό-

μενο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα, η προοπτική της οργάνωσης του Ε.Ι.Μ. το οδηγεί προς μια σαφώς συγκεντρωτική δομή με δραστηριότητα σε επιλεγμένους μετρολογικούς τομείς. Εξάλλου, στις προθέσεις του Επιχειρησιακού Προγράμματος δεν φαίνεται να περιλαμβάνεται η ιδιαίτερη ενίσχυση του ερευνητικού χαρακτήρα του Ε.Ι.Μ., που όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τείνει να επικρατήσει στα σύγχρονα εθνικά μετρολογικά ινστιτούτα.

5. Συμπέρασμα

Η πρόοδος της τεχνολογίας και η παράλληλη εξέλιξη της μετρολογίας, υποχρέωσαν τα εθνικά ινστιτούτα

μετρολογίας να αναπροσανατολίσουν βαθμιαία την οργανωτική τους δομή και τον χαρακτήρα τους, ώστε να προσαρμοσθούν ή να προλάβουν τις μεταβαλλόμενες συνθήκες. Το αποτέλεσμα είναι τα ινστιτούτα μετρολογίας των αναπτυγμένων χωρών να έχουν γενικά επιτύχει εργαστηριακές διαδικασίες και ερευνητικές δραστηριότητες πολύ υψηλής στάθμης, ώστε να ανταποκρίνονται αποτελεσματικά στις σύγχρονες απαιτήσεις της βιομηχανίας, του εμπορίου και της επιστημονικής κοινότητας των χωρών τους.

Στην Ελλάδα, αντίθετα, το επίπεδο και η οργάνωση της μετρολογίας

έχουν καθυστερήσει. Είναι όμως φανερό ότι οι συνθήκες έχουν πλέον ωριμάσει για μια ουσιαστική πρόοδο, με το βασικό της μοχλό, το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας, να βρίσκεται σε ένα καθοριστικό σημείο, που θα σφραγίσει τη μελλοντική πορεία του. Είναι ευθύνη όλων, όσων έχουν τη δυνατότητα επηρεασμού των επιλογών και των αποφάσεων για την παρατέρα διαμόρφωσή του, να εργαστούν με συνέπεια, ώστε η εξέλιξή του να γίνει προς τη σωστή κατεύθυνση και με τους αναγκαίους ρυθμούς για να συμβάλει θετικά στην ανάπτυξη της χώρας.