

REALIZĂRI ÎN DOMENIUL MĂSURĂRII MĂRIMILOR FIZICO-CHIMICE ÎN CEI 60 DE ANI DE ACTIVITATE AI INSTITUTULUI NAȚIONAL DE METROLOGIE

ACHIEVEMENTS IN THE FIELD OF PHYSICO-CHEMICAL MEASUREMENTS IN THE PERIOD OF 60 YEARS OF ACTIVITY OF THE NATIONAL INSTITUTE OF METROLOGY

Mirella Buzoianu

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE
NATIONAL INSTITUTE OF METROLOGY

Rezumat: În urmă cu șaiszeci de ani, în România, se puneau bazele Institutului de Metrologie, care, ulterior în 1974, avea să devină actualul Institut Național de Metrologie (INM). Cu toate acestea, preocuparea pentru dezvoltarea metrologiei în țara noastră se poate regăsi din cele mai vechi timpuri și numeroase pagini de istorie au fost scrise în argumentarea acestei afirmații. Deși dezvoltarea INM a cunoscut o tendință ascendentă, ea nu a fost ferită de momente dificile și multe din personalitățile care au contribuit la această evoluție se regăsesc în paginile acestei reviste, lansată aproape în același timp, respectiv în 1954 sau în amintirea celor care își desfășoară activitatea în prezent în INM. Este bine cunoscut faptul că cine nu-și cunoaște istoria proprie nu poate privi cu clarviziune viitorul. De aceea, din acest număr vor fi rememorate etape semnificative care au marcat actuala dezvoltare a metrologiei științifice în țara noastră. Având în vedere și tematica zilei mondiale a metrologiei din acest an, în prezentul număr va fi evidențiat domeniul măsurărilor fizico-chimice.

Abstract: Sixty years ago, it was founded in Romania the Metrology Institute, later on in 1974, becoming the present National Institute of Metrology (INM). However, the preoccupation to develop the metrology in our country goes back in the ancient times and many history pages have been written to argue this statement. Although the development of the INM had an ascendant tendency, it was not let off by some difficult moments. Many contributors to this evolution are to be found either in the pages of 'Metrologie' Revue, issued almost in the same period, i.e. in 1954, or in the memory of the seniors working at present in the INM. It is well known that those not knowing their own history fail to clear see the future. Therefore, starting with this issue, significant steps marking the present development of the scientific metrology in our country will be revised. Taking into consideration the theme of the world metrology day in 2011, the physico-chemical field will be approached at in present issue.

1. PRINCIPALELE REPERE ALE DEZVOLTĂRII INM

Istoria măsurărilor se confundă cu istoria civilizațiilor. În România dovezile arheologice arată că măsurile de lungime se foloseau în perioada neoliticului timpuriu (secolele III – V î.d.H) [1]. Pe măsura dezvoltării societății, unitățile de măsură utilizate pe actualul teritoriu al țării noastre au acoperit și alte arii de măsurare (mase, capacități etc.) iar literatura publicată pe această tematică [2 – 4] oferă o lectură fascinantă.

Momentul de referință al istoriei metrologiei românești l-a constituit semnarea, la data de 15 septembrie 1864, a „Legii pentru adoptarea Sistemului Metric de măsuri și greutateți în România”. Pentru punerea în aplicare a Legii lui A.I.Cuza a fost adoptat un „Regulament” a cărui generalizare s-a realizat, însă.

1. MAIN MILESTONES IN DEVELOPING THE INM

Measurement history almost mixes with the history of civilization. In Romania the archeological evidences show that length measures were used in early Neolithic (III – V b.C) [1]. As society developed, the measurement units used on the present land of our country also covered most diverse other measurement fields (such as mass, capacities etc.) and the published literature on this topic [2 – 4] allows us a fascinating reading.

The reference moment in the Romanian metrology history was the signing on September 15, 1864, of the “Law to adopt the Metric System of measures and weights in Romania”. To apply the A.I.Cuza’s Law, a „Regulation” was adopted, however, generalized in enforcement 20 years later. In

20 de ani mai târziu. În acest context, România a fost cel de-al 16-lea stat în care s-a adoptat sistemul metric.

Al doilea reper al dezvoltării metrologiei în țara noastră l-a reprezentat aderarea României în 1883 la Convenția Metrului, prin „Legea pentru aderarea Regatului României la Convenția Metrului din 20 mai 1875”.

În perioada următoare au fost întreprinși pași importanți pentru crearea infrastructurii și îmbunătățirea cadrului legislativ necesar. Astfel, în 1889 a fost creat Serviciul Central de Măsurări și Greutăți în cadrul Institutului de Meteorologie, serviciu care avea ca principală obligație „păstrarea și compararea diferitelor etaloane de măsurări și greutăți, aprobarea modelelor diferitelor instrumente de măsurat și de cântărit precum și asigurarea unei uniformități cât mai complete a tuturor unităților aparatelor de măsurat care se întrebunțează în comerț și de a căror justete depinde în mare măsură încrederea publicului în cinstea schimburilor zilnice”. În anul 1908, Serviciul Central s-a desprins de Institutul Meteorologie și a trecut în cadrul Ministerului Industriei și Comerțului. Apoi, în 1921, ca urmare a modificării importante a legii sistemului metric, precum și a adoptării legii caratului metric din 1910, activității specifice măsurărilor și greutăților i s-a adăugat și responsabilitatea metalelor prețioase, astfel încât în 1924 se stabilește Direcțiunea Generală a Măsurărilor, Greutăților și Metalelor prețioase [5]. În următorii douăzeci de ani, această organizare a suferit dese reforme administrative.

După cel de-al doilea război mondial, această direcție a suferit schimbări majore: a trecut în subordinea Ministerului Finanțelor (1948), apoi la Comisia de Standardizare de pe lângă Consiliul de Miniștri iar, în anul 1950, Oficiul marcării obiectelor de metale prețioase s-a desprins și a trecut la Banca de stat, și prin decret [6] s-au stabilit Atribuțiile Direcției Măsurărilor și Greutăților. În perioada aceasta de organizare [7], un colectiv de trei ingineri a avut sarcina să studieze și să propună o organizare adecvată dezvoltării industriei, comerțului și a nevoilor sociale, care au impus creșterea considerabilă a cerințelor pentru uniformizarea măsurării și creșterea continuă a preciziei de măsurare. Ca urmare, în cadrul Comisiei de Stat a Standardizării s-a înființat „Centrul metrologic”, organ independent de Direcția verificării măsurărilor și greutăților, orientată spre sectorul comercial. În câteva luni a fost propusă organizarea unui institut care să realizeze și să păstreze etaloanele naționale, să transmită unitățile de măsură și să elaboreze normativele necesare asigurării uniformității și preciziei măsurărilor. Ca urmare a decretului 123 din 1951, Centrul metrologic a trecut împreună cu Comisia de Stat a Standardizării în componența Comitetului de Stat pentru Tehnică.

În anul 1951, prin Hotărâre a Consiliului de

this frame, Romania was the 16th country that adopted the metric system.

The second milestone in the development of metrology in our country was the join of Metre Convention by in 1883, in accordance with the “Law for Romanian Kingdom to join the Metre Convention of May 20, 1875”.

During the subsequent period of time important steps have been taken to create the necessary infrastructure and the legislative framework. Thus, on 1889 it was established the Central Service of Measures and Weights within the Meteorologic Institute, a service aiming at “preserving and comparing different measures and weights standards, approving models for different measurement and weighting instruments as well as ensuring as complete as possible the uniformity for all units of measuring apparatus used in trade, having an accuracy underpinning the public trust in the honesty of daily trades”. In 1908 the Central Service was apart from the Meteorologic Institute and went within the Ministry of Industry and Trade. As a consequence of the important change in the law of metric system in 1921, and the adoption of law for metric carat from 1910, the specific activity of measures and weights was completed with tasks related to precious metals; thus in 1924 it was established the General Direction for Measures, Weights and Precious Metals [5]. During the next twenty years this setup was subject to several administrative changes.

After the second world, several major changes occurred within this Direction: it went under the subordination of the Ministry of Finance (1948), then within the Commission for Standardization working aside from the Ministries Council; during 1950 the Office for marking objects made of precious metals went to the State Bank; by means of a decree [6] the tasks of the Direction for Measures and Weights were set. During the organization period [7], a group of three engineers were in charged to study and propose an appropriate organization for industry and trade development and social needs, which imposed a considerable increase of the requirements for measurement uniformity and for continuously improving precision. As a consequence, within the Stat Commission for Standardization it was established the “Metrologic Centre”, an independent body from the Direction for verification of measures and weights, trade sector oriented. Within some months it was proposed the structure of an institute able to realize and maintain national measurement standards, to disseminate the units and to elaborate norms to ensure the uniformity and precision of measurements. As a consequence of the Decree 123 of 1951. both the Metrologic Centre and the State Commission for Standardization went in the composition of the State Committee for Technique.

Miniștri 762, s-a organizat Direcția Generală pentru Metrologie, în cadrul Comitetului de Stat pentru Tehnică de pe lângă Consiliul de Miniștri având în componența sa *Institutul de Metrologie și Direcția verificări aparate de măsurat*.

Activitatea institutului de metrologie, în structura căruia în septembrie 1951 erau organizate embrionar câteva laboratoare (pentru lungimi, interferometrie, mase, presiuni și măsurări electrice), s-a mutat în octombrie 1952 într-o clădire separată și s-a completat cu alte domenii de măsurare: densitate, analize fizico-chimice, temperaturi, constante fizico-chimice.

În anul 1954 [5], numărul laboratoarelor institutului de metrologie ajunge la 13 (Laboratorul Lungimi, Laboratorul Capacități, Laboratorul Mase, Laboratorul Electrice, Laboratorul Presiuni-debite, forțe, Laboratorul Timp-frecvențe și viteză de rotație, Laboratorul Densitate, Laboratorul Constante fizico-chimice, Laboratorul Căldură, Încercări de stat, Secția Tehnică, Serviciul proiectare și Atelierul de prototipuri). În 1956, institutul se organiza pe Secții, astfel încât, zece ani mai târziu se regăseau clar Secțiile Mecanică, Forțe, Mărimi electrice, Electronică, Mărimi Termice, de lumină, de material și de compoziție și, respectiv, Automatică, magnetometrie și Radiații Ionizante). Astfel, în acea perioadă institutul de metrologie desfășura activități privind:

- menținerea etaloanelor naționale la nivelul performanțelor metrologice corespunzătoare pe plan internațional;
- asigurarea uniformității măsurărilor și transmiterea unității de măsură;
- efectuarea încercărilor de stat;
- elaborarea unor metode moderne de măsurare;
- acordarea de asistență tehnică, de înaltă specialitate, în industrie;
- efectuarea de expertize metrologice, elaborarea de norme tehnice de metrologie la nivel republican.

Prin urmare, încă de la înființare, institutul de metrologie desfășura atât activitate de cercetare științifică, preponderent aplicativă, cât și activitate de aplicare a reglementărilor metrologice. Prin activitatea de cercetare desfășurată în vederea elaborării de metode de etalonare și verificare precum și pentru realizarea de mijloace de măsurare, institutul de metrologie se aseamăna cu institutele de cercetare departamentale. Prin activitatea orientată spre crearea de noi etaloane și instalații de etalonare și verificare și spre realizarea de noi mijloace de măsurare, institutul de metrologie se aseamăna cu institute de cercetare ale Academiei Române [8].

Un alt reper important în dezvoltarea institutului de metrologie l-a constituit adoptarea Sistemului Internațional de unități (SI). Forma superioară a sistemului metric, SI a fost adoptat de cea de-a 11-a Conferința Generală pentru Măsuri și Greutăți

In the same year, in accordance with the Decision 762 of the Ministry Council, within the frame of State Committee for Technique, beside the Ministries Council, it was organized The General Direction for Metrology having the *Metrology Institute* and the *Direction for verification measuring instruments*.

The activities of the Metrology Institute, organized in September 1951 in several laboratories (for length, interferometry, mass, pressure electrical measurements), moved on October 1952 in a separate building and it was completed with other measurement fields: density, physico-chemical analyses, temperature and physico-chemical constants.

In 1954 [5], the number of laboratories existing in the metrology institute reached 13 (Length Laboratory, Capacity Laboratory, Mass Laboratory, Electrical Laboratory, Pressure – flow – forces Laboratory, Time-frequency and rotation speed Laboratory, Density Laboratory, Physico-chemical constants Laboratory, Heat Laboratory, Stat Testings, Technical Section, Design Workshop, Prototype Atelier). Starting 1956, the institute was organized in Sections; ten years later clearly there were working Mechanical, Force, Electrical Quantities, Electronics, Thermic-light-material and composition Quantities and Automatic-magnetometry and Ionization radiation Sections. Thus, by that time, the institute performed activities regarding:

- maintaining national measurement standards at the level of performance align with the level existing at international level;
- ensuring the measurement uniformity and units dissemination;
- performing the state testing;
- elaborating modern measurement methods;
- providing technical assistance, highly specialized for industry;
- performing metrological expertise, drafting technical metrology norms at national level.

One may note that since its foundation the institute of metrology performed both scientific activity, mostly applicative, and activities to apply metrology regulations. By its research activity, oriented towards elaboration of calibration and verification methods and realization of measuring instruments, the metrology institute was very much like other research department institutes. By its research activity, oriented towards realization of new measurement standards and calibration and verification installations and to obtaining new measuring instruments, the metrology institute was like research institutes working under the Romanian Academy [8].

Another important mark in developing the metrology institute was the adoption of the International System for measurement units (SI). The SI was adopted by the 11th General Conference for Weights and Measures (CGPM) and in the following

(CGPM) și, în anul imediat următor, a fost aprobată o Hotărârea Consiliului de Miniștri (550/1961), prin care SI devine legal și obligatoriu și în țara noastră.

Pentru a răspunde noilor cerințe, tot mai crescute, începând cu anul 1962 s-a inițiat investiția noii clădiri a institutului de metrologie. În 1970, s-a încheiat prima parte a acestei investiții cu intrarea în funcțiune a corpurilor de clădiri din Șos. Vitan-Bârzești Nr.11 pentru serviciile administrative și laboratoarele electrice, electronice, automatizări – atelier de prototipuri – compresoare, pentru ca între 1976 și 1980 să fie puse în funcțiune corpurile pentru laboratoarele de debite, volume, analitice, tensiuni înalte precum și baza geodezică, lungimi, mase, forțe, concentrații etalon de gaze.

În 1974 Institutul de Metrologie își schimbă denumirea în Institutul Național de Metrologie, siglă sub care își continuă activitățile inițiale, își lărgeste continuu sfera preocupărilor și serviciilor oferite și devine recunoscut european și internațional până în anul 1999 [9], când este integrat în Biroul Român de Metrologie Legală.

2. DOMENIUL MĂSURĂRILOR FIZICO-CHIMICE ÎN METROLOGIA ȘTIINȚIFICĂ ROMÂNEASCĂ

Încă de la înființarea Institutului de Metrologie, măsurile fizico-chimice s-au constituit într-un domeniu distinct de activitate. Urmând îndeaproape nevoile pieței pentru etalonare, încercare și verificare metrologică, domeniul, sub diferite titulaturi de-a lungul celor 60 de ani de activitate, a abordat problematica măsurării mărimilor relevante: densitate lichide, viscozitate, indice de refracție, conductivitate electrolitică, *pH*, concentrație în solide, lichide și în gaze, umiditate etc.

În 1951 existau laboratoare de areometrie – cu preocupări în domeniul *densității*, constante fizico-chimice – în care s-au dezvoltat elementele Weston și analize fizico-chimice – în care s-au tratat diferite mărimi fizice și chimice. Domeniul *viscozitate* își începea activitatea în anul 1958, cu contribuția remarcabilă a lui Max Solomon [10]. De la acest nucleu, administrativ se constituia în 1962 laboratorul de mărimi analitice [11]. Tot în laboratorul de mărimi analitice se studiau și substanțele etalon de *indice de refracție* și permitivitate electrică. Începând cu anii 60 se inițiază cercetări și în domeniul *conductivității electrolitice* și apoi al *pH-ului*. Un alt domeniu de măsurare abordat în acest laborator a vizat analizoarele de gaze și determinarea *concentrației de gaze*.

O dată cu reorganizarea institutului în secții, acest laborator a fost inclus în Secția de mărimi termice, de lumină, de material și de compoziție, alături de laboratorul de spectrometrie, constituit pe scheletul laboratorului de analize fizico-chimice care exista din

year it was approved a Decision of Ministry Council (550/1961), stating that this System becomes legal and mandatory in our country.

To meet the more increased requirements, starting 1962 it was initiated the building of the new facility for the metrology institute. In 1970 it was finished the first part of the investment by putting into service the administrative and several laboratories (electrical, electronic, automation – prototypes – compressors) buildings in the present location from Șos.Vitan-Bârzești no.11. After that during 1976 and 1980 other laboratories – flow, volume, analytical, high voltage, and geodesic base, length, mass, forces and concentration of gas standards started to operate.

In 1974 the Metrology Institute changed its name into the National Institute of Metrology, pursuing the initial activities and continuously expanding its area of preoccupations and the services provided, and becoming internationally and European recognized up to 1999 [9], when it was integrated within the Romanian Bureau of Legal Metrology.

2. THE FIELD OF PHYSICO-CHEMICAL MEASUREMENTS WITHIN THE ROMANIAN SCIENTIFIC METROLOGY

Since the foundation of the Institute of Metrology, the physico-chemical quantities represented a distinct field of activity. Closely following the market needs regarding calibration, testing and metrological verification, the field, having different names in the 60 years of activity, tackled relevant quantities such as liquid density, viscosity, refractive index, electrolytic conductivity, *pH*, concentration in solids, liquids and gases, humidity etc.

In 1951 there were laboratories for aerometry – having preoccupation in the *density* field, physico-chemical constants – contributing to the development of the Weston elements and physico-chemical analyses – dealing with different physical and chemical quantities. The *viscosity* field started in 1958 taking benefit from Max Solomon's remarkable contribution [10]. Starting with this administrative core, the analytical quantities laboratory was constituted in 1962 [11]. Standard substances for *refractive index* and electric permittivity were also studied in this laboratory. Starting the 60s, researches were initiated in electrolytic *conductivity* and *pH* as well. Another field approached at was the gas analyzers and the determination of *gas concentration*.

When the institute was structured in sections this laboratory was included in the Section for thermal, light, material and composition quantities together with the spectrometry laboratory; the last one being constituted on the skeleton of physico-chemical analyses laboratory existing since 1951. Later on, the spectrometry laboratory – having preoccupation

1951. Ulterior, laboratorul de spectrometrie - cu preocupări legate de mijloacele spectro(foto)metrice utilizate pentru determinarea *concentrației în solide și lichide* s-a dezvoltat separat de celelalte mărimi fizico-chimice în cadrul Laboratorului de fotometrie (1966), coordonat de fiz.Gh.Ispășoiu, Colectivul de mostre etalon (1985) și laboratorul Mărimi optice, radiații ionizante, mostre etalon (1989 – 2002). În final, *pH* – metria se regăsește în aria de activitate a Secției de mărimi termice, de lumină, de material și de compoziție, în principal în legătură cu efectuarea încercărilor de stat și a expertizei metrologice.

Până la transferul activității specifice mărimilor analitice în noul local construit, accentul în aceste domenii a fost pus în special pe dezvoltarea de metode de etalonarea și realizarea schemelor de ierarhizare. Astfel, cercetările efectuate în laboratorul de mărimi analitice în perioada 1957-1959, continuând în 1966 și până în 1970, asupra unor substanțe de puritate ridicată, care au satisfăcut condițiile de stabilitate în timp, au condus la realizarea unei „scări de substanță-măsură pentru viscozimetrie”. Lichidele viscozimetrice etalon ce certificau în raport cu viscozimetre capilare, utilizând instalații auxiliare realizate în laboratorul de prototipuri al institutului de metrologie. În perioada respectivă, trasabilitatea în domeniul densității era asigurată prin etalonarea densimetrelor la PTB. În anul 1966 s-au inițiat studii privind măsurarea *umidității în gaze și solide*, extrem de importantă în tranzacțiile comerciale de cereale și de gaze naturale. Cercetările efectuate în anii 1964 și 1965 au făcut posibilă realizarea unor amestecuri de gaze etalon pentru verificarea gaz-analizoarelor de CH₄, O₂, CO₂, CO. Rezultatele obținute au încurajat și dezvoltarea după anul 1966 a gascromatografiei.

După anul 1970 și transferul activității institutului în noul local preocupările s-au lărgit foarte mult acoperind și activitatea de microproducție de gaze etalon, soluții etalon de indice de refracție, conductivitate și de *pH*. Primele teme de cercetare pentru soluții de conductivitate și celule de conductivitate au fost lansate în anii 1975-1976, apoi acest domeniu de măsurare s-a dezvoltat constant pentru asigurarea necesarului de etaloane. De la un colectiv de sine-stătător, unit în anul 1994 cu cel de *pH*, apoi regăsit în structura Laboratorului de Mărimi fizico-chimice și radiații ionizante (2000), domeniul conductivității electrolitice este cuprins în actualul Laborator de Mărimi fizico-chimice și radiații ionizante re-organizat în 2010. Trebuie amintit în acest context că evoluția și dezvoltarea acestui domeniu este strâns legată de activitatea desfășurată de cercetători dedicați, între care trebuie amintiți dna Lucia Lazeanu, Coca Morariu și Constantin Dobre.

Având în vedere interesul tot mai mare al operatorilor economici, laboratorul de gaze a fost dezvoltat în clădirea finalizată în 1980, proiectată

related to spectro(photo)meters used to determine *the concentration in solids and liquids*, has been developed separately from the other physico-chemical quantities within the Photometry Laboratory (1966), coordinated by Gh. Ispășoiu, Reference Material Group (1985) and Optical Quantities, Ionization Radiation, Reference Materials Laboratory (1989 – 2002). The *pH* is to be found in the specific field of activity of Section for thermal, light, material and composition quantities, mainly in connection with state testing and metrological expertise.

Until the transfer of the activity of analytical quantities in the new buildings of Vitan-Bârzești, the accent was put mainly on the development of calibration methods and the realization of hierarchy schemes. Thus, during 1957-1959, pursuing in 1966 up to 1970, the researches performed in the analytical quantities laboratory on high purity substances stable in time, led to the realization of a scale of substance-measure for viscosimetry. The standard viscosity liquids were certified against capillary viscosimeters and using auxiliary installations achieved in the prototype atelier also belonging to the institute. Ever since the beginning of the density related services, the traceability was ensured by calibrating density meters owned by the institute at PTB. In 1966 studies started for measuring *humidity in gases and moisture in solids*, area of a great importance for trade of natural gases and of cereals. Researches performed in 1964 and 1965 made possible the production of standard gas mixtures used to verify gas-analyzers for CH₄, O₂, CO₂, CO. The results obtained also encouraged the development of gas-chromatography after 1966.

After transferring the activity in the new facilities, in 1970, the area of research expanded a lot covering also the micro-production of standard gas mixtures, standard solution for conductivity, standard buffer solutions for *pH* and standard solutions for refractive index. The first research themes for standard solution for conductivity and conductivity cells have been launched in 1975-1976, than this field constantly developed to ensure the need for measurement standards. From a self-standing group, merged in 1994 with the *pH* group, re-found within the structure of Physico-chemical and Ionization Radiation Laboratory (2000), electrolytic conductivity is included now in the present Laboratory for Physico-chemical and Ionization Radiation, as reorganized in 2010. It should be noted here that the evolution and the development of this field is closely linked with the activity performed by some dedicated researchers, Lucia Lazeanu, Coca Morariu și Constantin Dobre being some worth to be remembered.

Taking into consideration the growing interest of economy clients, the gas laboratory was developed in the building finalized in 1980 and designed to achieve a production of 3000 standard gas mixtures annually.

pentru realizarea unei producții de circa 3000 de amestecuri de gaze anual. De la acea dată, grupul de cercetători implicați în problematica concentrației de gaze s-a regăsit în structura colectivului Mărimi fizico-chimice, coordonat de Dr. C. Dobre (1985), a Laboratorului de temperaturi, calorimetrie și Mărimi fizico-chimice, coordonat de Dr. Ion Asavinei (1989) și, ulterior, a Laboratorului de Mărimi fizico-chimice și Radiații Ionizante (1992), coordonat de ing. Petre König Georgescu până în 2002.

Laboratorul de spectrometrie, inițial sub coordonarea Dr. Filip Grusznicki și, apoi, a fiz. Constantin Botgros (1985 – 2002), a evoluat după anul 1982 spre problematica materialelor de referință, denumite inițial mostre etalon, datorită creșterii în volum și complexitate a mijloacelor de măsurare spectrometrice. De la certificarea materialelor de referință produse în România (1982 – 1989), preocupările s-au concentrat spre dezvoltarea unei game largi de MRC-uri de concentrație și de proprietăți fizice (absorbanță, *pH*) mai intens în perioada 1985 – 1995.

Printre cele mai noi domenii de măsurare abordate au fost concentrația de oxigen dizolvat din soluții apoase (1990) și umiditate în gaze (higrometre / senzori)

Pornind de la dotarea actuală și de la experiența personalului tehnic din laborator, procedurile de măsurare utilizate în prezent, se bazează pe pe documente emise sub egida Biroului Internațional de Măsură și Greutăți (BIPM), pe Recomandări ale Organizației Internaționale de Metrologie Legală precum și Standarde internaționale (ASTM, EN și ISO). Capabilitatea de măsurare care poate fi asigurată în prezent este ilustrată în Tabelul 1, iar materialele de referință certificate disponibile nevoilor naționale sunt prezentate în tabelul 2.

Starting then, the researchers involved in this area of gas concentration measurements were included in the structure of Physico-chemical Group, coordinated by Dr.C.Dobre (1985), of Laboratory for Temperature Calorimetry and Physico-chemical Quantities, coordinated by Dr. Ion Asavinei (1989) and, later on, of Laboratory for Physico-chemical and Ionization Radiation (1992), coordinated by dipl.eng. Petre König Georgescu till 2002.

Spectrometry Laboratory, in early stage coordinated by Dr. Filip Grusznicki and, later on, by fiz. Constantin Botgros (1985 – 2002), evolved towards the topic of reference materials, initially named standard samples, due to the growth in volume and complexity of spectrometric instruments. Starting with the certification of reference materials produced by Romanian producers (1982 – 1989), the activity concentrated later on, mainly in 1985-1995, towards developing a wide range of certified reference materials for concentration and physical properties (absorbance, *pH*).

Concentration of dissolved oxygen in aqueous solutions represented among the newest measurement fields approached at (1990) along with humidity in gas (hygrometers/sensors).

Starting from the present dotation and the experience of the technical staff working in the laboratory, measurement procedures used at present rely on documents issued under the International Bureau of Weights and Measures (BIPM), International Recommendations of the International Organization for Legal Metrology and international written Standards (ASTM, EN and ISO). Present measurement capability is shown in Table 1 and main certified of reference materials available for national needs are presented in table 2.

Tabelul 1. Capabilități de măsurare
Table 1. Measurement capabilities

Mărimea fizico-chimică <i>Physico-chemical Quantity</i>	Unitate de măsură <i>Unit</i>	Domeniu de măsurare <i>Measurement range</i>	Incertitudine extinsă <i>Expanded uncertainty</i> (<i>k</i> = 2)
Concentrație masică/ <i>Mass concentration</i> (entitate specificată/ <i>Specified entity</i> : Cu, Pb, Cd, Zn, Mg, Mn, Na, K, Ca, Ag, Cr, NH ₄ , PO ₄ , Cl, NO ₃ etc.)	mg·l ⁻¹	0...1000	2 ... 10
Concentrație molară / <i>Molar concentration</i> (entitate specificată / <i>Specified entity</i> :Ca, Na, K, Mg, glucoză, uree, creatinină)	mol·l ⁻¹	0,001 ... 0,02	0,000 2 ... 0,004
Fracție masică elementală în aliaje feroase și neferoase <i>Mass fraction of elements in ferrous and non-ferrous alloys</i>	1	0 ... 1	0,000 1 ... 0,005
<i>pH</i>	1	0 ... 14	0,02
Umiditate solide	1	0 ...0,5	0,03 ... 0,1

<i>Moisture</i>			
Absorbanță <i>Absorbance</i>	1	0 ... 2	0,004 ... 0,010
Turbiditate <i>Turbidity</i>	NTU	0 ... 4000	0,01 ... 20
Viscozitate cinematică <i>Cinematic Viscosity</i>	mm ²	1 ... 100.000	(0,2 ... 0,5) % (rel)
Densitate lichide <i>Density in liquids</i>	g·cm ⁻³	0,6 ... 1,8	0,000 05
Concentrație alcoolică <i>Alcohol concentration</i>	%	0 ... 100	0,02
Conductivitate electrolică <i>Electrolytic Conductivity</i>	μS·cm ⁻¹	0 ... 120.000	(1 ... 2) % (rel)
Concentrație de O ₂ dizolvat <i>Concentration of dissolved oxygen</i>	mg·l ⁻¹	0 ... 20	0,02
Umiditate gaze <i>Humidity in gas</i>	% UR	0 ... 100	1,0
Indice de refracție (n _D) <i>Refractive Index</i>	1	1,333 ... 1,504	0,000 1
Fracție volumică de gaze / <i>Volume Fraction of gases</i> (CO, H ₂ , CH ₄ , CO ₂ , O ₂ , C ₂ H ₄ , C ₃ H ₈ , C ₄ H ₁₀ etc.) în matrice gazoasă / in gaseous matrix (aer/air, N ₂ etc.)	1	40·10 ⁻⁶ ... 20·10 ⁻²	2·10 ⁻⁶ ... 0,2·10 ⁻²

Tabelul 2. Materiale de referință certificate disponibile
Table 1. Available Certified Reference Materials

Tip de material <i>Material Type</i>	Domeniu de măsurare <i>Measurement range</i>	Incertitudine extinsă <i>Expanded uncertainty</i> (pentru k=2)
Soluții etalon de lucru de conductivitate electrolică / <i>Working standard solutions of electrolytic conductivity</i>	(40 ... 5000) μS·cm ⁻¹	1 % (rel)
Soluții tampon etalon de pH <i>Buffer standard solutions</i>	4,00; 6,88; 9,22	0,02
MR spectrometrice de concentrație mono-element / <i>mono-elemental spectrometric RMs</i> (Na, K, Cu, Pb, Zn, Ca etc.)	1,000 g·dm ⁻³	(0,002 ... 0,004) g·dm ⁻³
Fracții volumice de CO, CO ₂ , H ₂ , O ₂ în matrice gazoasă (aer sau N ₂) / <i>Volume fraction</i>	88·10 ⁻⁶ ... 9·10 ⁻²	2·10 ⁻⁶ ... 0,1·10 ⁻²
Amestecuri de hidrocarburi în aer la limita inferioară de explozie / <i>Hydrocarbons mixtures</i>	3,1·10 ⁻³ ... 3,7·10 ⁻²	30·10 ⁻⁶ ... 4·10 ⁻⁴

Pe plan internațional, institutul a colaborat încă de la începuturile sale pentru intercomparări, cu Biroul Internațional de Măsură și Greutăți (BIPM) de la Sèvres. Apoi, cooperarea externă a laboratorului s-a aliniat celei desfășurate la nivelul institutului. Până în 1991, grupul pentru materiale de referință a participat în Comitetul Tehnic specific din cadrul CAER (Consiliul de Ajutor Economic Reciproc). Colectivul de viscozitate a participat din 1971 cu regularitate în programul ASTM.

După 2004, an în care INM este admis ca membru plin EURAMET, laboratorul participă în cadrul Comitetului Tehnic METCHEM și în comparații și proiecte comune, prin intermediul

At international level, the metrology institute collaborated since its beginnings with the International Bureau for Weights and Measures (BIPM) from Sèvres, mainly in intercomparison field. Until 1991, the reference material group participated in the specific Technical Committee within the Council for Mutual Economic Aid (CAER). The group working in the viscosity field participated in the ASTM program on a regular basis starting 1971.

After 2004, when the INM was admitted as a full EURAMET member, the laboratory participated in comparisons and common projects organized within the EURAMET Technical Committee METCHEM, by means of specific groups – Reference Materials,

colectivelor specifice – Materiale de Referință, Electrochimie și Concentrație Gaze [12].

Având în vedere rezultatele obținute în comparațiile relevante CIPM MRA în care laboratorul a participat precum și a funcționării corespunzătoare a sistemului calității implementat din 2002, mai multe Capabilități de Etalonare și de Măsurare (CMC) sunt publicate pe site-ul BIPM [13].

3. CONCLUZII

Din perspectiva celor 60 de ani scurși de la înființarea INM și a laboratoarelor în care s-au pus bazele, s-au dezvoltat și extins activitățile specifice măsurării mărimilor fizico-chimice se poate observa dinamismul, varietatea și complexitatea domeniului. Urmând îndeaproape nevoile industrie, economiei și societății românești, etaloanele și metodele de măsurare dezvoltate au asigurat uniformitatea, comparabilitatea și trasabilitatea în cele mai diverse conjuncturi.

REFERENCES

- [1] F.Iacobescu. N.Ilioiu, Istoria Metrologiei, Editura Academiei Române, București, 2003;
- [2] Șt.C.Hepites, I.Șt.Murat, Meteorologia și Metrologia în România, Tipografia F.Gobl&fii, București, 1906;
- [3] N.Stoicescu, Cum măsurau strămoșii, Editura Științifică, 1971;
- [4] F.Iacobescu. N.Ilioiu, Metrologia etalon al civilizațiilor, Editura Academiei Române, București, 2004;
- [5] N.Ilioiu, 100 de ani de la introducerea sistemului metric în România, Metrologia aplicată, 1966, vol.13, nr.8-9, pg. 341 – 359;
- [6] Decretul nr.69 din 17 martie 1950 al Prezidiului Marii Adunări Naționale al RPR pentru organizarea Comisiei de Stat a Standardizării;
- [7] N.Ilioiu, Înființarea Institutului de metrologie, Metrologia aplicată, 1976, vol.XXIII, nr.3, pg. 105 – 107;
- [8] I.Isculescu, Realizări și obiective ale Institutului de metrologie, Metrologia aplicată, 1966, vol.13, nr.8-9, pg. 360 – 365;
- [9] HG 853/1999, Hotărârea privind organizarea și funcționarea Biroului Român de Metrologie Legală;
- [10] Max Solomon, În lumea măsurii, Editura Tineretului, București, 1960;
- [11] Gh.Ispășoiu, Realizări și obiective ale Secției de mărimi termice, de lumină, de material și de compoziție a Institutului de metrologie, Metrologia aplicată, Vol.13, nr.8-9, pag 408-418;
- [12] www.euramet.org;
- [13] www.bipm.org;

Electrochemistry and Gas concentration [12].

As a consequence of the results obtained in the relevant comparisons organized within the CIPM MRA frame having the laboratory as a participant, as well as the proper functioning of the quality system implemented in 2002, several Calibration and Measurement Capabilities are published on the BIPM website [13]

3. CONCLUSIONS

Looking from the perspective of the 60 years passed since the foundation of the INM and of the laboratories dealing with the establishment, development and expanding the measurements of physico-chemical quantities, one may note the dynamism, variety and complexity of this field. Closely following the industry, economy and society needs, the measurement standards and methods properly ensured the uniformity, comparability and traceability in most diverse circumstances.

REFERENCES

- [1] F.Iacobescu. N.Ilioiu, Istoria Metrologiei, Ed. Romanian Academy, Bucharest, 2003;
- [2] Șt.C.Hepites, I.Șt.Murat, Meteorologia și Metrologia în România, Tipografia F.Gobl&fii, Bucharest, 1906;
- [3] N.Stoicescu, Cum măsurau strămoșii, Ed. Scientific, 1971;
- [4] F.Iacobescu. N.Ilioiu, Metrologia etalon al civilizațiilor, Ed. Romanian Academy, Bucharest, 2004;
- [5] N.Ilioiu, 100 years since the introduction of the Metric System in Romania, Metrologia aplicată, 1966, vol.13, nr.8-9, pg. 341 – 359;
- [6] Decree nr.69 of 17 March 1950 to organise the State Commission for Standardisation;
- [7] N.Ilioiu, The foundation of the Institute of Metrology, Metrologia aplicată, 1976, vol.XXIII, nr.3, pp. 105 – 107;
- [8] I.Isculescu, Achievements and objectives of the Institute of Metrology, Metrologia aplicată, 1966, vol.13, nr.8-9, pp. 360 – 365;
- [9] HG 853/1999, Decision to organize and function the Romanian Bureau of Legal Metrology;
- [10] Max Solomon, În lumea măsurii, Ed. Tineretului, Bucharest, 1960;
- [11] Gh.Ispășoiu, Achievements and objectives of the Section for thermal, light, material and composition quantities, within the Institute of Metrology, Metrologia aplicată, Vol.13, nr.8-9, pp 408-418;
- [12] www.euramet.org;
- [13] www.bipm.org;