

ETALONAREA UNUI MANOMETRU CU ELEMENT ELASTIC, ETALON DE LUCRU, CLASĂ 0,6

CALIBRATION OF A MANOMETER WITH ELASTIC SENSING ELEMENT, WORKING STANDARD, CLASS 0.6

Ion SANDU, Cheti DOROBANȚU**, Florin SCURTU***

*INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE,
**BIROUL ROMÂN DE METROLOGIE LEGALĂ

* NATIONAL INSTITUTE OF METROLOGY,
** ROMANIAN BUREAU OF LEGAL METROLOGY

Rezumat: Articolul prezintă modul de desfășurare și rezultatele comparării interlaboratoare din domeniul presiuni cu titlul „Etalonarea unui manometru cu element elastic, etalon de lucru, clasă 0,6”. La această comparare au participat 14 laboratoare din structura BRML și laboratorul Mase și Mărimi Derivate – colectivul Presiuni din cadrul INM, în calitate de laborator pilot și de referință. Mijlocul de măsurare utilizat ca etalon itinerant a fost un manometru cu element elastic fabricație IMF - București. În articol sunt prezentate rezultatele obținute de laboratoarele participante precum și indicii de valoare ai fiecărui participant. Tema a avut ca scop determinarea și monitorizarea performanțelor individuale ale laboratoarelor din subordinea BRML, care efectuează etalonări, identificându-se, astfel, eventualele probleme pentru care se inițiază acțiuni corective. Rezultatele obținute în urma comparărilor interlaboratoare constituie o modalitate de monitorizare a validității rezultatelor etalonărilor efectuate și furnizează încredere clienților.

Cuvinte cheie: comparare interlaboratoare, manometru cu element elastic, indice de valoare, incertitudine de măsurare.

1. INTRODUCERE

În scopul unei evaluări obiective a capacității de măsurare a laboratoarelor din structura Biroului Român de Metrologie Legală (BRML), precum și pentru creșterea încrederii clienților în serviciile oferite de aceste laboratoare, BRML organizează comparări interlaboratoare în diverse domenii ale metrologiei. În acest fel laboratoarele participante își pot îmbunătăți Sistemul de Management al Calității și pot demonstra veridicitatea datelor furnizate beneficiarilor. Aceste comparări se desfășoară în conformitate cu prevederile procedurii de metrologie legală PML-5-03 „Comparări interlaboratoare” [1].

Compararea interlaboratoare „Etalonarea unui manometru cu element elastic, etalon de lucru, clasă 0,6” face parte din Programul de comparări interlaboratoare 2007-2008, aprobat de directorul general al BRML și coordonat de Direcția de Evaluare Organisme și Autorizări (DEOA) din cadrul BRML. Detaliile complete ale comparării se regăsesc în versiunea integrală a Raportului final al comparării [2].

Abstract: The paper presents the outcomes and the way the interlaboratory comparison, in the field of pressure, named "Calibrating a manometer with elastic sensing element, working standard, class 0.6" was performed. 14 laboratories within the Romanian Bureau of Legal Metrology (BRML) and the Pressure Group from the Mass and Related Quantities Laboratory from the National Institute of Metrology, have participated in the comparison. The Pressure Group acted as pilot. The instrument, used as traveling measurement standard, was a manometer with elastic sensing element made by IMF-Bucharest. The results reported by each participant laboratory, as well as the value parameters associated to each participant are mentioned in the paper. The purposes of the comparison were to determine and supervise the individual performance of the laboratories within the BRML performing calibrations, and, thus identifying the possible problems for which corrective measures to be applied. The results obtained following the interlaboratory comparison stand as a good method of monitoring the validity of calibration values supplied by the laboratories and provide confidence to clients.

Keywords: interlaboratory comparison, manometer with elastic sensing element, value parameter, measurement uncertainty.

1. INTRODUCTION

In order to evaluate in an objective manner the measurement capabilities of the laboratories within the structure of the Romanian Bureau of Legal Metrology (BRML) and to increase the confidence of the clients in the calibrations performed by these laboratories, BRML organizes on regular basis interlaboratory comparisons in many fields of metrology. In this way the participant laboratories can improve their Management Quality System and can demonstrate the quality of their measurements to clients. These comparisons were performed according with the metrological procedure PML-5-03 "Interlaboratory comparisons" [1].

The interlaboratory comparison named "Calibrating a manometer with elastic sensing element, working standard, class 0.6" was included in Interlaboratory Comparisons Programme for 2007-2008, approved by the General Director of the BRML and coordinated by the Department for Evaluation Bodies and Authorizations (DEOA) within BRML. Complete details about this comparison are mentioned in the Final Report of the comparison [2].

2. ORGANIZAREA COMPARĂRII

În perioada 05.2007 - 11.2008, în cadrul domeniului Mecanice, subdomeniul Presiuni, s-a desfășurat tema de comparare interlaboratoare cu titlul “Etalonarea unui manometru cu element elastic, etalon de lucru, clasă 0,6”. La această temă au participat 14 locații din cadrul Laboratoarelor regionale din structura Biroului Român de Metrologie Legală după cum urmează: Piatra Neamț, Suceava, Sibiu, Miercurea Ciuc, Craiova, Slatina, Râmnicu Vâlcea, Drobeta Turnu Severin, Târgu Jiu, Arad, Baia Mare, Satu Mare, Zalău și Bistrița. Colectivul Presiuni din cadrul Institutul Național de Metrologie a fost desemnat laborator pilot și laborator de referință. Ca etalon itinerant a fost utilizat un manometru cu element elastic, fabricație IMF – București cu următoarele caracteristici tehnice și metrologice:

- domeniul de măsurare: (0...6) bar;
- clasa de exactitate: 0,6;
- tipul indicației: analogică;
- seria: 42117;
- anul fabricației: 1981;
- diametrul carcasei: $\Phi 160$ mm;
- racordul de presiune: M20×1,5;
- mediul de lucru: ulei.

Laboratoarele participante au fost organizate în două grupe, fiecare laborator primind din partea DEOA, un număr de cod cu care va fi menționat în continuare în acest articol. Laboratorul pilot și de referință a primit codul 1.

Măsurările asupra etalonului itinerant au fost efectuate de laboratoarele participante, într-o comparare de tip circular. Schema de circulație a etalonului itinerant este prezentată în Figurile 1 și 2.

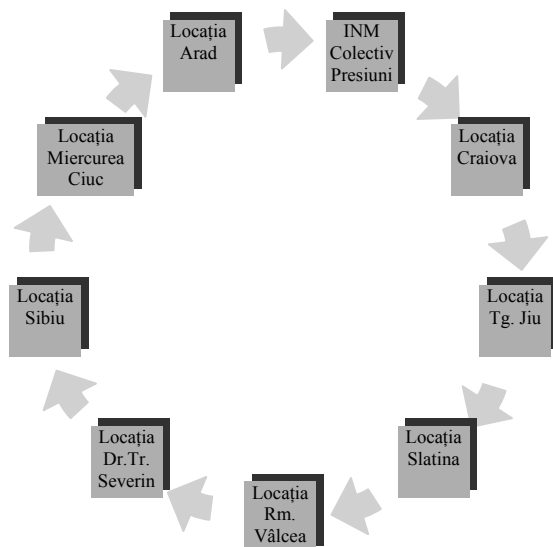


Fig. 1. Schema de circulație a etalonului itinerant – prima grupă.

2. THE ORGANIZATION OF THE COMPARISON

During 05.2007 - 11.2008, in the Mechanics field, Pressure subfield, it was performed an inter-laboratory comparison named “Calibration of a manometer with elastic sensing element, working standard, class 0.6”. 14 regional laboratories within BRML have participated in this comparison, as follows: Piatra Neamț, Suceava, Sibiu, Miercurea Ciuc, Craiova, Slatina, Râmnicu Vâlcea, Drobeta Turnu Severin, Târgu Jiu, Arad, Baia Mare, Satu Mare, Zalău and Bistrița. The Pressure laboratory from National Institute of Metrology was designated as pilot laboratory and reference laboratory. The traveling measurement standard was a manometer with elastic sensing element, made by IMF – Bucharest, with the following technical and metrological characteristics:

- measurement range: (0...6) bar;
- accuracy class: 0.6;
- type of indication: analogic;
- serial number: 42117;
- year of fabrication: 1981;
- diameter of the case: $\Phi 160$ mm
- connecting pressure: M20×1.5;
- working fluid: oil.

The participant laboratories were organised in two groups, each laboratory receiving from the DEOA a code number mentioned in this paper. The pilot and reference laboratory was given code number 1.

In each participant laboratory, the measurements, were performed in accordance with a circular scheme. The scheme for the circulation of the traveling measurement standard is shown in the Figures 1 and 2.

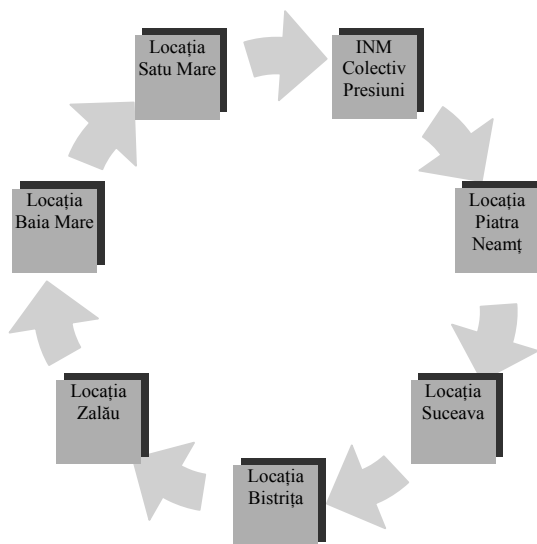


Fig. 2. Schema de circulație a etalonului itinerant – a doua grupă.

3. VALORI DE REFERINȚĂ

Valorile de referință sunt valorile indicației etalonului itinerant, rezultate la compararea indicațiilor etalonului itinerant cu un manometru cu piston și greutăți de exactitate ridicată.

Valorile de referință finale, atribuite etalonului itinerant, reprezintă media a trei valori obținute din etalonarea acestuia, în cadrul laboratorului de referință, la începutul, la mijlocul și la finalul comparării.

Valorile de referință finale, erorile de măsurare ale laboratorului de referință și incertitudinea de măsurare asociată valorilor de referință sunt prezentate în tabelul 1.

4. PROCEDURI ȘI MIJLOACE DE MĂSURARE

Conform instrucțiunilor de măsurare elaborate de laboratorul pilot, pentru efectuarea măsurărilor a fost utilizată norma tehnică de metrologie NTM 3 – 130 – 94 “Verificarea metrologică a manometrelor și vacuummetrelor etalon cu element elastic” [2]. Metoda de măsurare utilizată a fost metoda comparării directe a indicațiilor corespunzătoare etalonului itinerant cu indicațiile unui manometru cu element elastic (Lab.14) de exactitate superioară, sau cu valorile reproduse de manometre cu piston și greutăți (restul laboratoarelor participante).

Rezultatele măsurărilor efectuate asupra etalonului itinerant au fost consemnate de laboratoarele participante în fișele de date primare transmise laboratorului pilot împreună cu fișele de calcul a incertitudinii de măsurare și Certificatul de Etalonare al etalonului itinerant.

La predarea și la primirea etalonului itinerant, fiecare laborator participant a întocmit un proces verbal de predare/primire în care a menționat starea etalonului itinerant la primire, respectiv predare.

3. REFERENCE VALUES

The reference values are the indicated values of the traveling measurement standard, as a result of the comparison of its indications with the values reproduced by a piston gauge with high accuracy.

The final reference values, associated with the traveling measurement standard, are the mean values of the indicated values (measurements were performed in INM-Pressure laboratory) at the beginning, middle and the end of the comparison.

The final reference values, measurements errors and the associated uncertainties of the reference values are presented in Table 1.

4. PROCEDURES MEASUREMENT AND STANDARDS

In accordance with the Measurement Instructions, elaborated by the pilot laboratory, the metrological norm NTM 3-130-94 “Metrological verification of the manometers and vacuummeters with elastic sensing element” [2], was used to perform the measurements. The measurement method used was the direct comparison of the indicated values of the traveling measurement standard with the indicated values of a manometer with elastic sensing element, having a better uncertainty in the case of Lab.14, or with the reproduced values by the piston gauges (in the case of all other participant laboratories).

Measurement results performed by the laboratories, on the traveling measurement standard, were recorded and sent to the pilot laboratory, together with the measurement uncertainty calculation and Calibration Certificate for the traveling measurement standard, respectively.

At the delivering/receiving of the traveling measurement standard, a minute was issued between the laboratories, describing the state of measurement.

Tabelul 1 / Table 1

Valori de referință, erori de măsurare și incertitudinea de măsurare asociată valorilor de referință

Final reference values, measurements errors and associated uncertainties of the reference values

Presiune nominală <i>Nominal pressure</i>	[bar]	0,000	1,000	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000	5,000	6,000
Valori de referință <i>Reference values</i>	[bar]	0,020	0,999	2,000	2,508	3,015	3,518	4,018	5,009	6,002
Erori de măsurare <i>Measurements errors</i>	[bar]	+0,020	-0,001	0,000	+0,008	+0,015	+0,018	+0,018	+0,009	+0,002
$U(k=2)$	[bar]	0,011								

5. REZULTATELE MĂSURĂRILOR

Fiecare laborator participant a efectuat măsurările în 9 puncte de presiune distribuite uniform pe domeniul de măsurare al etalonului itinerant, incluzându-se limita minimă și limita maximă. Aceste puncte au fost următoarele: 0 bar; 1 bar; 2 bar; 2,5 bar; 3 bar; 3,5 bar; 4 bar; 5 bar; 6 bar;

Fiecare laborator a avut libertatea de a alege modul propriu de efectuare al măsurărilor, adecvat etalonării. Măsurările s-au efectuat astfel:

- trei cicluri de măsurări, cu presiuni în creștere și cu presiuni în descreștere, cu menținerea aparatului la presiunea maximă, timp de 5 minute, pentru a pune în evidență histerezisul (Lab.2, Lab.5, Lab.8, Lab.9, Lab.10, Lab.11, Lab.12, Lab.13, Lab.15);

- trei cicluri de măsurări, cu presiuni în creștere și cu presiuni în descreștere, cu citirea indicațiilor înainte și după ciocănirea carcsei cu degetul și menținerea aparatului la presiunea maximă, timp de 5 minute, pentru a pune în evidență histerezisul (Lab.3 și Lab.14);

- două cicluri de măsurări, cu presiuni în creștere și cu presiuni în descreștere, cu citirea indicațiilor înainte și după ciocănirea carcsei cu degetul și menținerea aparatului la presiunea maximă, timp de 5 minute, pentru a pune în evidență histerezisul (Lab.6);

- două cicluri de măsurări, cu presiuni în creștere și cu presiuni în descreștere, pentru toate punctele de presiune și cu un al treilea ciclu de măsurare la o presiune de la mijlocul intervalului de măsurare, pentru determinarea repetabilității (Lab.4).

Rezultatele măsurărilor obținute de cele 14 laboratoare participante (valorile medii de presiune), incertitudinile asociate acestor rezultate, erorile de măsurare, precum și diferențele între rezultatele măsurărilor efectuate de laboratoarele participante și valorile de referință obținute de laboratorul pilot sunt prezentate în Tabelele 2, 3 și 4. Lab.2 și Lab.9 nu au precizat în certificatul de etalonare al etalonului itinerant rezultatele obținute pentru punctele de presiune de 0 bar, respectiv 0 bar și 6 bar. Pentru cele două puncte de presiune nu au putut fi calculate nici erorile intrinseci, nici diferențele între valorile de referință și valorile medii de presiune.

Prezentarea grafică a acestor rezultate se regăsește în Raportul final al comparării interlaboratoare [2], Figurile 1÷13. Pentru exemplificare se prezintă mai jos erorile intrinseci și incertitudinile de măsurare asociate valorilor medii de presiune, pentru punctul de presiune de 2 bar (figura 3).

Notă: Eroarea maxim tolerată a etalonului itinerant s-a calculat cu formula:

$$Er_{\max\text{tol}} = \frac{\text{Interval de masurare} \times \text{Clasa de exactitate}}{100} \text{ [bar]} \quad (1)$$

5. RESULTS

Each participant laboratory performed the measurements in 9 points of pressure equal distributed within the range of the traveling measurement standard, including the minimum and maximum values. The points of pressure were as following: 0 bar; 1 bar; 2 bar; 2.5 bar; 3 bar; 3.5 bar; 4 bar; 5 bar and 6 bar.

Each participant laboratory had the possibility to choose the way to perform the measurements. The measurements were performed as follows:

- three cycles of measurements, with increasing pressures and then decreasing pressures at the maximum value the pressure maintained for 5 minutes, in order to put into evidence the hysteresis (Lab.2, Lab.5, Lab.8, Lab.9, Lab.10, Lab.11, Lab.12, Lab.13, Lab.15)

- three cycles of measurements, with increasing pressures and then decreasing pressures. at each pressure the indications were recorded before and after knocking the case of the standard. This decision was taken in order to put into evidence the friction. At the maximum value the pressure was maintained for 5 minutes, in order to put into evidence the hysteresis (Lab. 6).

- two cycles of measurements, with increasing pressures and then decreasing pressures. At the maximum value the pressure was maintained for 5 minutes, in order to put into evidence the hysteresis. In order to calculate the repeatability, at the point of the medium range, a third cycle of measurements was performed (Lab. 4).

Measurements results obtained by the 14 participant laboratories (mean values), the associated uncertainties, measurement errors and the differences between values of the participant laboratories and the values of the pilot laboratory are shown in Tables 2, 3 and 4.

The laboratories Lab.2 and Lab.9 have not mentioned in the Calibration Certificate the results obtained for 0 bar point pressure respectively for 0 bar and 6 bar points pressure. For these points, the measurement errors and the differences between these laboratories and pilot laboratory, were not calculated.

The graphic presentation of these results are included in the Final Report of the comparison [2], Figures 1...13. Just to exemplify in this paper the measurement errors and associated uncertainties only for 2 bar point pressure are presented in Figure 3.

Note: Maximum admissible error of the traveling measurement standard was calculated using the formula:

$$Er_{\max} = \frac{\text{Measurement range} \times \text{Accuracy class}}{100} \text{ [bar]} \quad (1)$$

Tabelul 2 / Table 2

Valorile medii de presiune obținute de cele 15 laboratoare și
incertitudinile asociate acestor valori (laboratorul pilot are codul 1)

*Pressure mean values obtained by all 15 laboratories and the
associated uncertainties (code number of the pilot laboratory is 1)*

Cod lab. Lab. code	Presiunea nominală / Nominal pressure values [bar]									U(k=2) [bar]
	0,000	1,000	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000	5,000	6,000	
1	0,020	0,999	2,000	2,508	3,015	3,518	4,018	5,009	6,002	0,011
2	0,010	0,992	1,995	2,501	3,002	3,505	4,003	4,997	-	0,003...0,005
3	0,012	0,992	1,994	2,503	3,008	3,515	4,015	5,010	6,003	0,013...0,015
4	0,000	0,993	1,994	2,497	3,003	3,508	4,007	5,001	5,992	0,012
5	0,000	0,989	1,993	2,498	3,003	3,510	4,013	5,002	6,000	0,006...0,014
6	0,008	0,998	2,000	2,504	3,009	3,510	4,011	5,006	6,006	0,006...0,044
7	0,000	0,994	1,998	2,500	3,011	3,506	4,019	5,011	6,006	0,019
8	0,000	1,001	1,999	2,505	3,006	3,510	4,011	5,008	5,996	0,017
9	-	0,998	1,999	2,503	3,006	3,508	4,008	5,004	-	0,011...0,012
10	0,000	0,897	1,994	2,500	3,006	3,512	4,012	5,006	6,000	0,014
11	0,000	0,990	1,991	2,498	3,004	3,509	4,004	5,002	5,995	0,014...0,021
12	0,015	0,999	1,999	2,500	3,002	3,503	4,001	4,998	5,996	0,007...0,013
13	0,000	0,991	1,994	2,497	3,002	3,505	4,007	5,002	5,997	0,0167
14	0,017	0,998	1,997	2,503	3,011	3,511	4,013	5,010	6,006	0,0151...0,0234
15	0,000	0,990	1,990	2,500	3,000	3,505	4,005	5,000	5,970	0,0288

Tabelul 3 / Table 3

Erorile (intrinseci) de măsurare pentru laboratorul pilot și laboratoarele participante

Measurements errors (intrinsic errors) for pilot laboratory and the participant laboratories

Cod lab. Lab. code	Erori de măsurare [bar] obținute la următoarele valori nominale ale presiunii Measurement errors [bar] obtained at the following nominal pressure values [bar]								
	0,000	1,000	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000	5,000	6,000
1	+0,020	-0,001	0,000	+0,008	+0,015	+0,018	+0,018	+0,009	+0,002
2	+0,010	-0,008	-0,005	+0,001	+0,002	+0,005	+0,003	-0,003	-
3	+0,012	-0,008	-0,006	+0,003	+0,008	+0,015	+0,015	+0,010	+0,003
4	0,000	-0,007	-0,006	-0,003	+0,003	+0,008	+0,007	+0,001	-0,008
5	0,000	-0,011	-0,007	-0,002	+0,003	+0,010	+0,013	+0,002	0,000
6	+0,008	-0,002	0,000	+0,004	+0,009	+0,010	+0,011	+0,006	+0,006
7	0,000	-0,006	-0,002	0,000	+0,011	+0,006	+0,019	+0,011	+0,006
8	0,000	+0,001	-0,001	+0,005	+0,006	+0,010	+0,011	+0,008	-0,004
9	-	-0,002	-0,001	+0,003	+0,006	+0,008	+0,008	+0,004	-
10	0,000	-0,003	-0,006	0,000	+0,006	+0,012	+0,012	+0,006	0,000
11	0,000	-0,010	-0,009	-0,002	+0,004	+0,009	+0,004	+0,002	-0,005
12	+0,015	-0,001	-0,001	0,000	+0,002	+0,003	+0,001	-0,002	-0,004
13	0,000	-0,009	-0,006	-0,003	+0,002	+0,005	+0,007	+0,002	-0,003
14	+0,017	-0,002	-0,003	+0,003	+0,011	+0,011	+0,013	+0,010	+0,006
15	0,000	-0,010	-0,010	0,000	0,000	+0,005	+0,005	0,000	-0,030

Tabelul 4 / Table 4

Diferențele dintre valorile medii obținute de laboratoarele participante și laboratorul pilot
Differences between mean values obtained by the participant laboratories and pilot laboratory

Cod lab. Lab. code	Diferențele valorilor nominale ale presiunii Measured differences of nominal pressure values [bar]								
	0,000	1,000	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000	5,000	6,000
2	-0,010	-0,007	-0,005	-0,007	-0,013	-0,013	-0,015	-0,012	-
3	-0,008	-0,007	-0,006	-0,005	-0,007	-0,003	-0,003	+0,001	+0,001
4	-0,020	-0,006	-0,006	-0,011	-0,012	-0,010	-0,011	-0,008	-0,010
5	-0,020	-0,010	-0,007	-0,010	-0,012	-0,008	-0,005	-0,007	-0,002
6	-0,012	-0,001	0	-0,004	-0,006	-0,008	-0,007	-0,003	+0,004
7	-0,020	-0,005	-0,002	-0,008	-0,004	-0,012	+0,001	+0,002	+0,004
8	-0,020	+0,002	-0,001	-0,003	-0,009	-0,008	-0,007	-0,001	-0,006
9	-	-0,001	-0,001	-0,005	-0,009	-0,010	-0,010	-0,005	-
10	-0,020	-0,002	-0,006	-0,008	-0,009	-0,006	-0,006	-0,003	-0,002
11	-0,020	-0,009	-0,009	-0,010	-0,011	-0,009	-0,014	-0,007	-0,007
12	-0,005	0	-0,001	-0,008	-0,013	-0,015	-0,017	-0,011	-0,006
13	-0,020	-0,008	-0,006	-0,011	-0,013	-0,013	-0,011	-0,007	-0,005
14	-0,003	-0,001	-0,003	-0,005	-0,004	-0,007	-0,005	+0,001	+0,004
15	-0,020	-0,009	-0,010	-0,008	-0,015	-0,013	-0,013	-0,009	-0,032

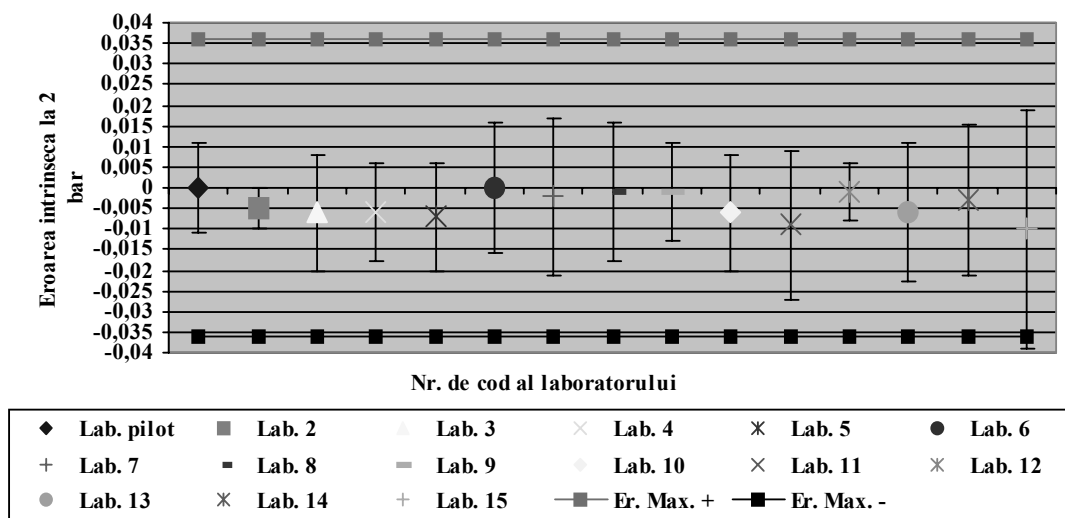


Fig. 3. Erorile de măsurare și incertitudinile asociate pentru punctul de presiune de 2 bar /
Measurement errors and associated uncertainties for point pressure of 2 bar.

6. INDICII DE VALOARE

Pentru fiecare laborator participant, laboratorul de referință a determinat, *indicele de valoare* E_i , $i = 2 \dots 15$, exprimat prin relația:

$$E_i \equiv \frac{x_i - x_{ref}}{\sqrt{U_i^2 + U_{ref}^2}} \quad (2)$$

în care: E_i este indicele de valoare al laboratorului „ i ”; x_i – valoarea mărimii corespunzătoare etalonului

6. VALUES OF PARAMETERS

For each participant laboratory a value of parameter E_i , $i = 2 \dots 15$ was calculated using the formula:

$$E_i \equiv \frac{x_i - x_{ref}}{\sqrt{U_i^2 + U_{ref}^2}} \quad (2)$$

where: E_i is the value of parameter for the „ i ” laboratory; x_i – value of the traveling measurement

itinerant la un punct de etalonare specificat, raportată de laboratorul „ i ”; x_{ref} – valoarea etalonului de transfer la un punct de presiune, obținută în laboratorul de referință; U_i , U_{ref} – incertitudinile extinse evaluate și raportate de laboratorul „ i ” și de laboratorul de referință; i – codul atribuit laboratorului participant.

Indicii de valoare ai celor 14 laboratoare participante sunt prezentați în Tabelul 5. Celulele închise la culoare marchează indicii de valoare care depășesc limitele $-1,0$ și $+1,0$.

Prezentarea grafică a acestor rezultate se găsește în Raportul final al comparării interlaboratoare [3], Figurele 14 și 15.

7. APRECIERI FINALE

Din analiza rezultatelor măsurărilor și a incertitudinilor asociate raportate de laboratoarele participante precum și a indicilor de valoare rezultați s-au concluzionat următoarele:

- 9 laboratoare (Lab.3, Lab.6, Lab.7, Lab.8, Lab.9, Lab.11, Lab.13, Lab.14, și Lab.15) au obținut rezultate compatibile cu cele ale laboratorului pilot și de referință și satisfac criteriile de acceptare la toate punctele de etalonare precizate în certificatele de etalonare transmise.

- 5 laboratoare (Lab.2, Lab.4, Lab.5, Lab.10 și Lab.12) au indicii de valoare mai mari decât limitele admise la unele puncte de presiune (Lab.2 la 3 puncte de presiune și Lab.4, Lab.5, Lab.10, Lab.12 la un punct de presiune).

Față de comparațiile precedente, desfășurate în perioadele 2003 - 2004 și 2005 - 2006 s-a constatat o îmbunătățire a rezultatelor obținute, 9 laboratoare din 14 obținând rezultate compatibile cu cele ale laboratorului de referință.

standard at one pressure point, obtained by the „ i ” laboratory; x_{ref} – value of the traveling measurement standard at one pressure point, obtained by the reference laboratory; U_i , U_{ref} – expanded uncertainties obtained by the „ i ” laboratory and the reference laboratory; i – code number assigned to the participant laboratories.

The values of parameter for all participant laboratories are presented in the Table 5. The grey cells put into evidence the values of parameter which exceeded the limits -1.0 and $+1.0$.

The graphic representation of these results are in the Final Report of the comparison [2], Figures 14 and 15.

7. CONCLUSIONS

The analysis of the measurement results and the associated uncertainties of the participant laboratories, on the first hand and the indices of values, on the other hand, have conducted to the following conclusions:

- 9 laboratories (Lab.3, Lab.6, Lab.7, Lab.8, Lab.9, Lab.11, Lab.13, Lab.14 and Lab.15) have compatible results with the pilot and reference pilot and their results are satisfactory and acceptable at all points specified in the Calibration Certificates.

- 5 laboratories (Lab.2, Lab.4, Lab.5, Lab.10 and Lab.12) have the values of parameter out of the maximum limits in some pressure points (Lab.2 in three pressure points and Lab.4, Lab.5, Lab.10, Lab.12 only in one pressure point).

Comparative to similar comparisons performed during 2003-2004 and 2005-2006 one can note that now the results are improved, 9 of 14 laboratories being compatible with the reference laboratory.

Tabelul 5 / Table 5

Indicii de valoare obținuți de laboratoarele participante

The values of parameter for the participant laboratories

Cod lab. Lab. code	Indicii E_i calculați pentru următoarele valori ale presiunii nominale <i>Indices of values E_i calculated at the following nominal pressure values</i>								
	[bar]								
	0,000	1,000	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000	5,000	6,000
2	-0,83	-0,58	-0,42	-0,58	-1,08	-1,08	-1,25	-1,00	-
3	-0,42	-0,37	-0,32	-0,26	-0,37	-0,16	-0,16	+0,05	+0,05
4	-1,20	-0,37	-0,38	-0,69	-0,63	-0,63	-0,69	-0,50	-0,63
5	-1,10	-0,55	-0,39	-0,56	-0,67	-0,44	-0,28	-0,39	-0,11
6	-0,32	-0,03	0	-0,11	-0,16	-0,21	-0,18	-0,08	+0,10
7	-0,91	-0,23	-0,09	-0,36	-0,18	-0,55	+0,05	+0,09	+0,18
8	-1,00	+0,10	-0,05	-0,15	-0,45	-0,40	-0,35	-0,05	-0,30
9	-	-0,06	-0,06	-0,31	-0,56	-0,63	-0,63	-0,31	-
10	-1,10	-0,11	-0,33	-0,44	-0,50	-0,33	-0,33	-0,17	-0,11
11	-0,83	-0,37	-0,38	-0,42	-0,46	-0,38	-0,58	-0,29	-0,29
12	-0,30	0	-0,06	-0,50	-0,81	-0,94	-1,06	-0,69	-0,38
13	-1,00	-0,40	-0,30	-0,55	-0,65	-0,65	-0,55	-0,35	-0,25
14	-0,12	-0,04	-0,12	-0,20	-0,16	-0,28	-0,20	+0,04	+0,16
15	-0,64	-0,29	-0,32	-0,32	-0,48	-0,42	-0,42	-0,29	-1,00

BIBLIOGRAFIE

- [1] BRML-DEOA, PML-5-03 „Comparări interlaboratoare”.
- [2] Colectiv Presiuni-INM, BRML-DEOA – „Raport final al comparării interlaboratoare”.
- [3] NTM 3 – 130 – 94 “Verificarea metrologică a manometrelor și vacuummetrelor etalon cu element elastic”.

Revizia științifică a articolului:

Ion M. POPESCU, profesor universitar doctor, Universitatea Politehnica din București.

Despre autori:

Ion SANDU, doctor inginer, cercetător științific II, Șef al Laboratorului Mase al Institutului Național de Metrologie, e-mail: ion.sandu@inm.ro.

Cheti DOROBANȚU, expert la Serviciul Evaluare, Organisme și Supraveghere, din cadrul D.E.O.A a Biroului Român de Metrologie Legală, e-mail: chetiradu@yahoo.com.

Florin SCURTU, șef al Serviciului Evaluare, Organisme și Supraveghere, din cadrul D.E.O.A a Biroului Român de Metrologie Legală, e-mail: scurtuflorin@brml.ro

REFERENCES

- [1] BRML - DEOA, PML-5-03 “Comparări interlaboratoare”.
- [2] Colectiv Presiuni - INM, BRML - DEOA „Raport final al comparării interlaboratoare”.
- [3] NTM 3 – 130 – 94 “Verificarea metrologică a manometrelor și vacuummetrelor etalon cu element elastic”.

Scientific revue

Ion M. POPESCU, professor, Politehnica University, Bucharest.

About the authors:

Ion SANDU, doctor engineer, scientific researcher 2nd degree, Head of Mass and Related Quantities Laboratory at the National Institute of Metrology, e-mail: ion.sandu@inm.ro.

Cheti DOROBANȚU, expert at the Department for Evaluation Bodies and Authorizations (DEOA) within Romania Bureau of Legal Metrology, e-mail: chetiradu@yahoo.com.

Florin SCURTU, Head of the Department Evaluation Bodies and Authorizations (DEOA) within Romanian Bureau of Legal Metrology, e-mail: scurtuflorin@brml.ro