

CONTRIBUȚII LA EVALUAREA CAPABILITĂȚII DE ETALONARE A CALELOR PLAN PARALELE

CONTRIBUTIONS AT THE CAPABILITY EVALUATION OF THE GAUGE BLOCKS

*Elena DUGHEANU, Florica CRĂCIUNESCU**
*Cheti DOROBANȚU, Florin SCURTU***

*INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE
NATIONAL INSTITUTE OF METROLOGY

**BIROUL ROMÂN DE METROLOGIE LEGALĂ
ROMANIAN BUREAU OF LEGAL METROLOGY

Rezumat: *Articolul prezintă compararea interlaboratoare din domeniul lungimi, propusă de Direcția Regională de Metrologie Legală Craiova și Serviciul Județean de Metrologie Legală Olt, la care au participat opt laboratoare din structura Biroului Român de Metrologie Legală (BRML). Laboratorul pilot și de referință a fost laboratorul LUNGIMI din Institutul Național de Metrologie (INM). Etaloanele itinerante au constat într-un set de cinci cale plan paralele cu lungimi nominale de 1,005 mm; 1,49 mm; 3,5 mm; 8 mm și 10 mm, la care s-a determinat abaterea de la lungimea mediană a calei plan paralele față de lungimea nominală, în condiții de referință. Tema a avut ca scop demonstrarea capabilității de măsurare a laboratoarelor participante, rezultatele obținute putând fi utilizate pentru validarea sistemului de calitate aplicat de acestea.*

Cuvinte cheie: *comparare interlaboratoare, cale plan paralele, abatere de la lungimea mediană, buget de incertitudine*

Abstract: *The paper describes the interlaboratory comparison in the length field, held under the coordination of the Romanian Bureau of Legal Metrology (BRML), proposed by Regional Direction of Legal Metrology Craiova and District Service of Legal Metrology Olt. Eight districts and regional laboratories participated in this comparison and National Institute of Metrology (INM) was assigned as reference and pilot laboratory. The subject of this theme consists in the measurement of the deviation of the median length of five gauge blocks, having nominal length of 1,005 mm; 1,49 mm; 3,5 mm; 8 mm and 10 mm. The measurements uncertainties were reported by each participant too, and used for validation of their own management quality system.*

Key words: *interlaboratory comparison, gauge blocks, deviation from median length, uncertainty budget.*

1. INTRODUCERE

Compararea "Etalonarea calelor plan paralele" s-a desfășurat în cadrul programului coordonat de Direcția Evaluare Organisme și Autorizări (DA) a BRML și a fost propusă de Direcția Regională de Metrologie Legală Craiova și de Serviciul Județean de Metrologie Legală Olt. Laboratorul LUNGIMI din INM a fost desemnat de BRML-DA drept Laborator pilot (LP) și Laborator de referință (LR).

În cadrul comparării interlaboratoare, prin metoda comparativă, pentru fiecare etalon itinerant a fost determinată abaterea de la lungimea mediană a calei plan paralele față de lungimea nominală, în condiții de referință.

1. INTRODUCTION

"Calibration of the gauge blocks" comparison had taken place in the frame of the program ruled under the coordination of the Direction of Bodies and Authorization Evaluation (DA) of Romanian Bureau of Legal Metrology (BRML) and represents a proposal of the Regional Direction of Legal Metrology - Craiova and District Service of Legal Metrology Olt. Length Laboratory from National Institute of Metrology was designated by BRML-DA as reference and pilot laboratory.

For each itinerant standard using comparative method was determined the deviation of the median length, in reference conditions.

Tema are ca scop demonstrarea capabilității de măsurare a laboratoarelor participante, rezultatele obținute putând fi utilizate pentru validarea sistemului de calitate aplicat de acestea.

Detaliile complete ale comparării se găsesc în versiunea integrală a Raportului final [1].

2. ORGANIZAREA COMPARĂRII PARTICIPANȚI

Laboratoarele au fost organizate într-o singură grupă. În secțiunile care se referă la rezultatele comparației, laboratoarele figurează cu codurile atribuite de BRML-DA.

Programul de desfășurare al comparării interlaboratoare a fost de tip circular și a fost stabilit de către LP, de comun acord cu laboratoarele participante, conform tabelului 1.

By this comparison each participant laboratory can demonstrate its measurement capability in the field of short gauge blocks and its results can be used for the validation of quality system applied by them.

Complete details are presented in the full version of the final Report [1].

2. COMPARISON ORGANIZATION PARTICIPANTS

All participant laboratories were organized in only one group. In the sections which refers to the comparison results, laboratories are designated by a code given by BRML-DA.

Comparison program was circular and was established by pilot laboratory (LP) together with participant laboratories as in Table 1.

Tabelul 1. Programul de circulație a etaloanelor itinerante
Table 1. Schedule of the movement of the itinerant standards

Laboratorul participant / Participating Laboratory	Perioada planificată / Scheduled period	Perioada măsurărilor / Measurement period
Laboratorul de referință / Reference Laboratory	15.08 – 19.08.2005	15.08 – 19.08.2005
SJML Mureș	22.08 – 02.09.2005	01.09 – 07.09.2005
DRML Brașov	05.09 – 16.09.2005	07.09 – 23.09.2005
SJML Sibiu	19.09 – 30.09.2005	23.09 – 03.10.2005
SJML Argeș	03.10 – 14.10.2005	03.10 – 28.10.2005
DRML Craiova	17.10 – 28.10.2005	28.10 – 01.11.2005
SJML Olt	01.11 – 18.11.2005	01.11 – 18.11.2005
DRML Bacău	21.11 – 02.12.2005	18.11 – 02.12.2005
SJML Iași	05.12 – 16.12.2005	02.12 – 19.12.2005
Laboratorul de referință / Reference Laboratory	09.01 – 14.01.2006	09.01 – 18.01.2006

3. PROCEDURI ȘI MIJLOACE DE MĂSURARE

În conformitate cu procedurile DA [2], LP a elaborat și a transmis laboratoarelor participante *Ghidul comparării* însoțit de *Instrucțiunile de utilizare, transport și de măsurare*. De asemenea, LP a trimis laboratoarelor participante etaloanele itinerante, respectiv setul de cale plan paralele cu lungimile nominale de 1,005 mm; 1,49 mm; 3,5 mm; 8 mm și 10 mm.

Instrucțiunile de măsurare au fost elaborate de LP în conformitate cu NTM 1-13-78 “Etalonarea și verificarea metrologică a calelor plan paralele cu lungimea nominală de la 0,1 mm la 1000 mm” și PS-21-01-INM “Etalonarea calelor plan paralele prin metoda

3. PROCEEDINGS AND MEASUREMENT INSTRUMENTS

According to the DA proceedings [2], the LP elaborated and transmitted to all participant laboratories the *Comparison Guide* together with the *Use, transport and measurements instructions*. Also, the LP sent to all participant laboratories the itinerant standards, consisting in length standards with the following nominal length: 1,005 mm; 1,49 mm; 3,5 mm; 8 mm and 10 mm.

Measurement instructions had been elaborated using technical metrology proceeding NTM 1-13-78 : “Verification and calibration of gauge blocks with nominal length between 0,1 mm and 1000 mm” and specific proceeding PS-21-01-INM : ”Calibration of the gauge blocks

comparativă”.

4. VALORILE DE REFERINȚĂ

Valorile de referință au fost stabilite de către laboratorul de referință. Măsurările au fost efectuate atât la începerea comparării cât și la sfârșitul acesteia. Rezultatele obținute și valoarea incertitudinii de măsurare extinsă, pentru fiecare cală, sunt prezentate în tabelul 2.

Fiecare laborator participant a avut libertatea să aplice procedura și metoda practică în mod curent, de către laboratorul respectiv, la etalonarea calilor plan paralele.

using comparative method”.

4. REFERENCE VALUES

Reference values were established by the reference laboratory (LR). The measurements were made, both in the beginning and in the end of the comparison. The obtained results and the measurement uncertainty for each gauge block are presented in Table 2.

Each participating laboratory had the liberty to choose the applying of its own proceeding and method for the calibration of the gauge blocks.

Tabelul 2. Valori de referință
Table 2. Reference values

Lungimea nominală/ Nominal length (mm)	Abaterea lungimii calei ΔL / Deviation of the gauge length (μm)			Incertitudinea de măsurare U /Uncertainty measurement U (μm)
	Începutul comparării/ Beginning of the comparison	Sfârșitul comparării/ End of the comparison	Valori finale/ Final Values	
1,005	0,02	0,03	0,02	0,04
1,49	0,05	0,08	0,07	0,04
3,5	0,05	0,04	0,05	0,04
8	0,01	0,03	0,02	0,05
10	0,05	0,04	0,05	0,05

5. REZULTATUL COMPARĂRII INTERLABORATOARE

În urma analizei rezultatelor obținute de către laboratoarele participante, s-a constatat că, toate laboratoarele participante la comparare au utilizat metoda comparativă de măsurare, conform NTM 1-13-78 și au utilizat etaloanele trasabile la etaloanele naționale ale României.

Rezultatele măsurărilor efectuate de laboratoarele participante, pentru fiecare cală plan paralelă au fost comparate cu valorile de referință obținute de laboratorul de referință

În tabelul 3 sunt prezentate sintetic abaterile de la lungimea mediană și incertitudinile asociate acestor valori, raportate de laboratorul de referință și de cele 8 laboratoare participante în urma măsurării setului de etaloane itinerante.

Diferențele dintre valorile raportate de fiecare laborator participant și valorile de referință, au fost calculate de laboratorul pilot și sunt prezentate în ultima coloană a tabelului 3.

Semnificațiile notațiilor utilizate în tabel reprezintă:

ΔL_V - abaterea lungimii calei de la valoarea

5. RESULTS OF THE LABORATORY COMPARISON

Analyzing the results obtained by participant laboratories, it can be seen that all the laboratories used the comparative method according to the NTM 1-13-78 and all the standards were traceable at the national length standards.

The results of the measurements made by the participant laboratories for each gauge blocks were compared with the reference values obtained by reference laboratory.

Table 3 presents the deviation from the median length and the associated measurements uncertainties, reported by the reference laboratory and the 8 laboratories named in table 1.

The differences between the values reported by each participant laboratory and the reference values were calculated by the pilot laboratory and are presented in the last column of table 3.

The signification of the notation in the table 3 is the following:

ΔL_V – deviation of the gauge length from

nominală, obținută de laboratoarele participante;

ΔL_R - abaterea lungimii calei de la valoarea nominală, obținută de laboratorul de referință;

U_{ref} - incertitudinea extinsă estimată de laboratorul de referință;

U_i - incertitudinea extinsă estimată de laboratoarele participante.

nominal value, obtained by participant laboratories;

ΔL_R – deviation of the gauge length from nominal value, given by the reference laboratory;

U_{ref} – measurement uncertainty given by the reference laboratory;

U_i – measurement uncertainty given by participant laboratories.

Tabelul 3. Prezentarea sintetică a rezultatelor
Table 3. Measurement results

Laborator/ Laboratory	Lungimea nominală/ Nominal length (mm)	ΔL_R (μm)	U_{ref} (μm)	ΔL_V (μm)	U_i (μm)	$\Delta L_V - \Delta L_R$ (μm)
2	1,005	0,02	0,04	0,04	0,06	0,02
	1,49	0,07	0,04	0,09	0,06	0,02
	3,5	0,05	0,04	0,01	0,06	-0,04
	8	0,02	0,05	0,03	0,06	0,01
	10	0,05	0,05	0,05	0,06	0
3	1,005	0,02	0,04	0	0,08	-0,02
	1,49	0,07	0,04	0,11	0,12	0,04
	3,5	0,05	0,04	0,01	0,08	-0,04
	8	0,02	0,05	-0,02	0,12	-0,04
	10	0,05	0,05	-0,05	0,15	-0,10
4	1,005	0,02	0,04	-0,030	0,048	-0,05
	1,49	0,07	0,04	0,220	0,049	0,15
	3,5	0,05	0,04	0,010	0,048	-0,04
	8	0,02	0,05	-0,060	0,095	-0,08
	10	0,05	0,05	-0,095	0,052	-0,145
5	1,005	0,02	0,04	0,06	0,12	0,04
	1,49	0,07	0,04	0,03	0,14	-0,04
	3,5	0,05	0,04	-0,01	0,12	-0,06
	8	0,02	0,05	-0,04	0,13	-0,06
	10	0,05	0,05	-0,08	0,15	-0,13
6	1,005	0,02	0,04	0,06	0,06	0,04
	1,49	0,07	0,04	0,07	0,06	0
	3,5	0,05	0,04	0,04	0,08	-0,01
	8	0,02	0,05	0,04	0,06	0,02
	10	0,05	0,05	0,04	0,06	-0,01
7	1,005	0,02	0,04	0,01	0,030	-0,01
	1,49	0,07	0,04	0,02	0,060	-0,05
	3,5	0,05	0,04	0,05	0,105	0
	8	0,02	0,05	0,01	0,105	-0,01
	10	0,05	0,05	0,07	0,065	0,02
8	1,005	0,02	0,04	0,01	0,04	-0,01
	1,49	0,07	0,04	0,02	0,04	-0,05
	3,5	0,05	0,04	0,02	0,04	-0,03
	8	0,02	0,05	0,02	0,04	0
	10	0,05	0,05	0,06	0,04	0,01
9	1,005	0,02	0,04	0,02	0,03	0
	1,49	0,07	0,04	0,06	0,02	-0,01
	3,5	0,05	0,04	-0,01	0,03	-0,06
	8	0,02	0,05	-0,02	0,03	-0,04
	10	0,05	0,05	0,01	0,03	-0,04

În tabelul 4 se prezintă bugetul evaluării incertitudinii la etalonarea unei plan paralele cu lungimea nominală de 1,005 mm.

Table 4 presents the budget of measurement uncertainty evaluated for the calibration of the gauge block with $L = 1,005$ mm.

Tabelul 4. Bugetul evaluării incertitudinii de etalonare
Table 4. Budget of measurement uncertainty evaluation

Componentele incertitudinii/ Uncertainty components	LaboratorulPilot / Pilot Laboratory	2	3	4	5	6	7	8	9
$u(l_e)$	13	10,1	25,2	10,10	50	10,1	25	10	10,1
$u(d)$	5	2,45	5,0	-	6,7	30,1	10,0	8,0	7,95
$u(\delta l_D)$	-	4,12	29,2	5,77	7,1	-	8,2	5,8	-
$u(\text{comp})$	10	25	10	10,96	28,9	-	10,0	8,7	4,47
$u(\delta\alpha)$	1	1,16	0,3	0,2	-	0,2	0,2	-0,41	0,46
$u(\delta t)$	0,3	3,34	0,1	0,3	-	0,3	2,3	-0,33	0,33
$u(D)$	11	-3,87	-	17,0	-	-	-	-	-
$u(\delta\alpha)u(t)$	0,2	-	-	-	-	-	-	-0,13	0,02
$u(\alpha_E)u(\delta t)$	0	-	-	-	-	-	-	-0,17	0,34
$u(\delta l_R)$	-	2,9	-	-	-	-	-	-	-
$u(\delta\theta)$	-	2,87	-	0,3	-	-	-	-	0
$u(\text{rezt}\delta t)$	-	-	-	-	1,3	-	-	-	-
$u(\delta_{\text{rez}})$	-	-	-	-	-	-	-	4,1	-
$u(\text{stab})$	-	-	-	-	-	-	-	2,9	-
$u(\delta_{\text{rep}}\Delta L)$	-	-	-	-	-	-	-	8,0	-
u_c	20	28	40	23,9	58,6	31,7	30	17	13,62
k	2	2	2	2	2	2	2	2	2
U	40	56	80	47,8	120	60	60	34	27,25

unde:

$u(l_e)$ – incertitudinea de etalonare a unei plan paralele;

$u(d)$ – incertitudinea datorită diferenței dintre lungimea unei plan paralele și cea a unei plan măsurate;

$u(\delta l_D)$ – incertitudinea datorită variației lungimii unei plan paralele date de deriva în timp;

$u(\text{comp})$ – incertitudinea de etalonare a comparatorului electronic;

$u(\delta\alpha)$ – incertitudinea datorită diferenței dintre coeficienții de dilatare termică liniară;

$u(\delta t)$ – incertitudinea datorită diferenței dintre temperaturile unei plan paralele;

$u(D)$ – incertitudinea datorită defectelor locale;

$u(t)$ – incertitudinea datorită variației temperaturii unei plan paralele de etalonat;

$u(\delta l_R)$ – incertitudinea datorită rotunjirii valorilor din certificat;

$u(\delta\theta)$ – incertitudinea datorită temperaturii instalației de încercare;

$u(\text{rezt}\delta t)$ – incertitudinea datorită termometrului de contact;

where:

$u(l_e)$ – measurement uncertainty of the standard gauge block;

$u(d)$ – uncertainty due to the difference between length of the standard and length of the test gauge;

$u(\delta l_D)$ – uncertainty due to the drift;

$u(\delta l_{\text{comp}})$ – uncertainty due to electronic comparator;

$u(\delta\alpha)$ – uncertainty due to difference between the thermal coefficient of standard and test gauge;

$u(\delta t)$ – uncertainty due to the difference between the temperatures of standard and test gauge;

$u(D)$ – uncertainty due to the local defects;

$u(t)$ – uncertainty due to deviation of the standard's temperature;

$u(l_R)$ – uncertainty due to the roundness of the certificate's values;

$u(\delta\theta)$ – uncertainty due to room's temperature;

$u(\text{rezt}\delta t)$ – uncertainty due to digital thermometer;

$u(\delta_{rez})$ - incertitudinea datorită rezoluției limitate a dispozitivului de indicare;
 $u(stab)$ - incertitudinea datorită instabilității dispozitivului de indicare;
 $u(\delta_{rep}\Delta L)$ - incertitudinea datorită repetabilității măsurărilor;
 u_c - incertitudinea compusă;
 k - factor de extindere;
 U - incertitudinea extinsă.

Cu ocazia prelucrării rezultatelor primite de la laboratoarele participante, laboratorul pilot a calculat pentru fiecare laborator participant, indicele de valoare, E_i , cu relația:

$$E_i = \frac{x_i - x_{ref}}{\sqrt{U_i^2 + U_{ref}^2}},$$

în care:

x_i - valoarea etalonului itinerant, obținută de laboratorul "i";
 x_{ref} - valoarea de referință stabilită de LR;
 U_{ref} - incertitudinea extinsă estimată de laboratorul de referință;
 U_i - incertitudinea extinsă estimată de laboratoarele participante.

Pentru valori ale indicelui de valoare cuprinse în intervalul [-1; +1], laboratoarele participante sunt compatibile cu laboratorul de referință și sunt capabile să etaloneze cale plan paralele, cu incertitudinea de măsurare declarată. Valorile indicilor de valoare, E_i , pentru fiecare laborator participant sunt prezentate în tabelul 5.

$u(\delta_{rez})$ - uncertainty due to comparator resolution;
 $u(stab)$ - uncertainty due to instability of the comparator indication;
 $u(\delta_{rep}\Delta L)$ - uncertainty due to measurement repeatability;
 u_c - combined standard uncertainty;
 k - expanded coefficient;
 U - expanded uncertainty.

After the receiving of all results from participant laboratories, LP had calculated the E_i index value for each laboratory according to the following formula:

$$E_i = \frac{x_i - x_{ref}}{\sqrt{U_i^2 + U_{ref}^2}}$$

where:

x_i - value of the itinerant standard calculated by participant laboratories "i";
 x_{ref} - reference value given by LR;
 U_{ref} - expanded uncertainty estimated by LR;
 U_i - expanded uncertainty estimated by participant laboratories.

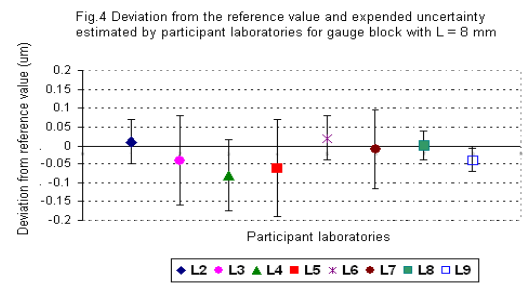
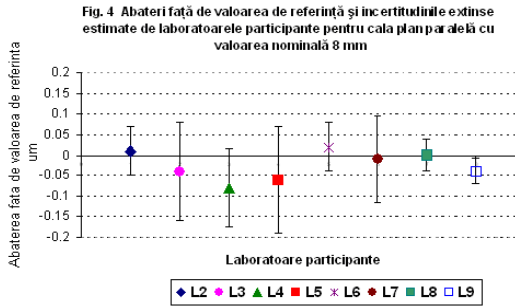
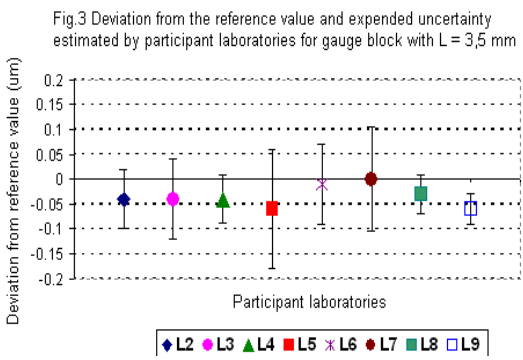
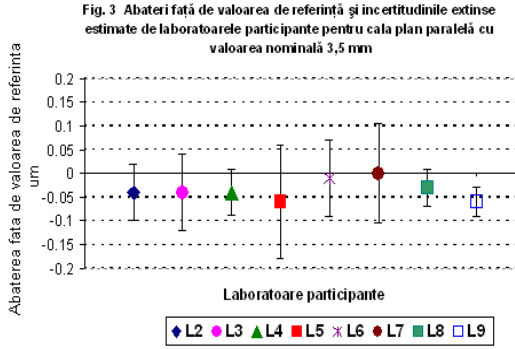
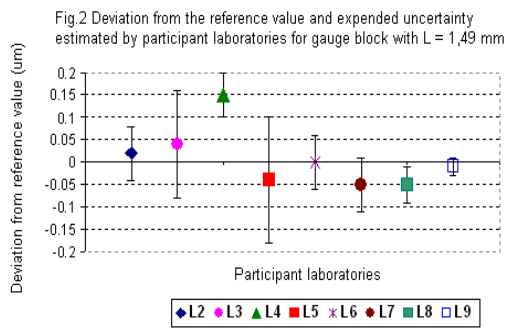
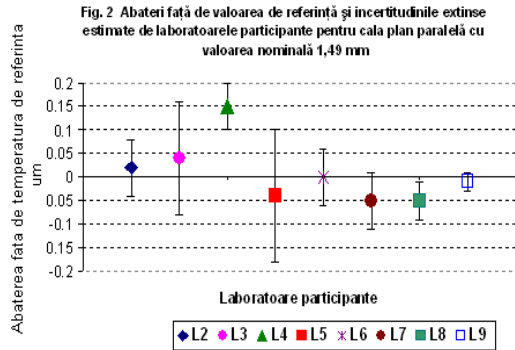
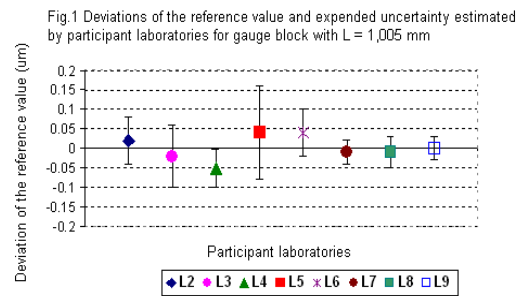
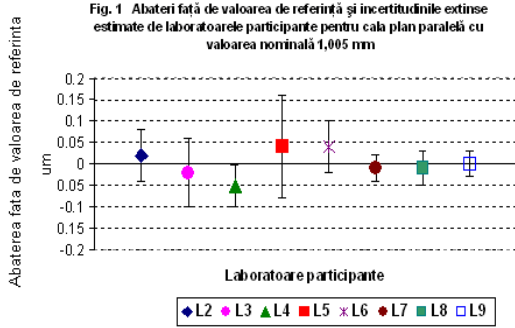
For E_i index values between [-1,+1], the participant laboratories are compatible with the reference laboratory in estimating the correct value of extended uncertainty and are able to calibrate the short gauge blocks with declared uncertainty. The E_i index values are given in Table 5.

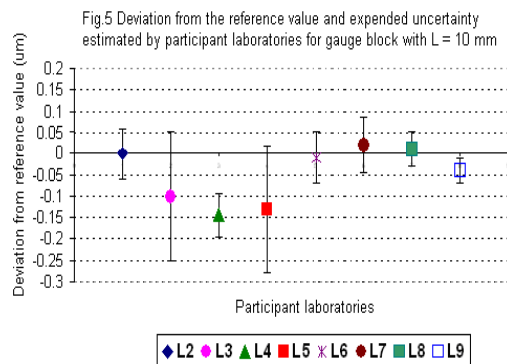
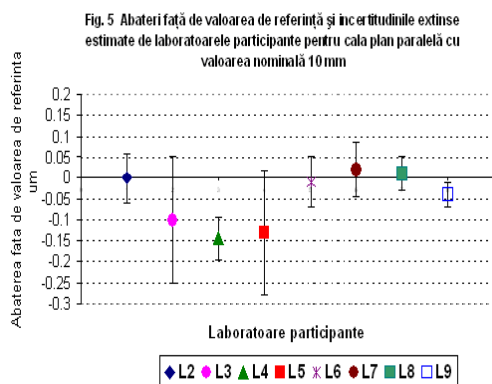
Tabelul 5. Indicii de valoare E_i
Table 5. E_i index values

Cod laborator / Laboratory code	E_i pentru / E_i for				
	1,005 mm	1,49 mm	3,5 mm	8 mm	10 mm
2	0,28	0,28	-0,56	0,13	0
3	-0,22	0,32	-0,45	-0,31	-0,62
4	-0,81	2,38	-0,65	-0,75	-2,01
5	0,32	-0,27	-0,48	-0,43	-0,82
6	0,56	0	-0,11	0,26	-0,13
7	-0,20	-0,69	0	-0,09	0,26
8	-0,18	-0,88	-0,53	0	0,16
9	0	-0,22	-1,02	-0,69	-0,69

În figurile 1-5 sunt prezentate abaterile rezultatelor laboratoarelor participante față de valorile de referință, obținute de laboratorul pilot, pentru fiecare cală plan-paralelă măsurată. Liniile verticale reprezintă incertitudinile extinse U (pentru $k=2$), asociate rezultatelor obținute de laboratoarele participante.

In Figures 1-5 are present the deviations of the laboratories' results in relation with the reference values given by LP for each measured gauge block. Vertical lines represent expanded uncertainties U (for $k = 2$) in association with the results obtained by the participant laboratories.





6. ANALIZA REZULTATELOR

Din datele prezentate se observă următoarele:

- 7 laboratoare participante, cu numerele 2, 3, 5, 6, 7, 8 și 9 au obținut rezultate compatibile cu rezultatele obținute de laboratorul de referință pentru toate calele plan paralele măsurate;
- laboratorul cu numărul 4 nu a obținut rezultate compatibile cu rezultatele obținute de laboratorul de referință pentru calele cu lungimea nominală de 1,49 mm și 10 mm;
- toate laboratoarele participante au estimat incertitudinile de măsurare în conformitate cu prevederile SR 13005:2003 “Ghid pentru exprimarea incertitudinii de măsurare,, [3].

În urma analizării rezultatelor obținute, în scopul eliminării deficiențelor constatate la etalonarea calilor plan paralele prin metoda comparativă, se propun următoarele măsuri, în general valabile pentru toate laboratoarele participante:

- controlul și monitorizarea strictă a condițiilor de mediu în timpul măsurărilor;
- accesul controlat al personalului în laborator în timpul măsurărilor;
- asigurarea trasabilității mijloacelor de măsurare etalon;
- instruirea personalului.

7. APRECIERI FINALE

Compararea interlaboratoare “Etalonarea calilor plan paralele” s-a desfășurat conform planificării. La comparare au participat 8 locații ale laboratoarelor regionale din structura BRML care, după efectuarea măsurărilor, au transmis laboratorului pilot rezultatele și incertitudinile asociate, pentru cinci etaloane itinerante.

Compararea, care a avut un caracter experimental, a fost utilă fiecărui laborator participant, care a putut să-și examineze și îmbunătățească metoda aplicată la etalonare, procesul de măsurare și modul de evaluare al

6. ANALYSIS OF RESULTS

From the data given above results the following conclusions:

- 7 participant laboratories with the indicative 2, 3, 5, 6, 7, 8 and 9 had obtained compatible results with the reference laboratory for all gauge blocks;
- laboratory having indicative 4 didn't obtain compatible results with the reference laboratory for 1,49 mm and 10 mm gauge blocks;
- all participant laboratories had estimated measurement uncertainty in accordance with SR 13005:2003 standard: “Guide for expression of uncertainty measurement” [3].

Having the aim to eliminate the deficiencies occurred at the calibration of the gauge blocks using comparative method and analyzing the results obtained by all laboratories the following measures available for all participant laboratories have been proposed:

- the control and the strict observation of the environmental conditions during measurements;
- controlled access of the personel during the measurements;
- traceability of the standards;
- personel training.

7. CONCLUSIONS

Interlaboratory comparison „ Calibration of the gauge blocks” took place according the schedule. At this comparison had participated 8 laboratories from BRML structure. After the finish of the comparison, these laboratories had sent their results and associated measurement uncertainty to LP for all itinerant standards.

This comparison had an experimental purpose and was very beneficial for each laboratory which could examine and improve their own method of calibration, process of measurement and measurement uncertainty

incertitudinii de măsurare.

Rezultatele obținute în cadrul comparării pot fi utilizate de participanți pentru a-și demonstra capacitatea de măsurare a celerelor paralele cu lungimi nominale cuprinse între 1 mm și 100 mm, prin metoda comparativă și pentru validarea sistemului de calitate aplicat de acestea în cadrul fiecărui laborator.

BIBLIOGRAFIE

- [1] F. Crăciunescu, E. Dugheanu, Raport final al comparării interlaboratoare, „Etalonarea celerelor paralele”, 17 pagini, BRML-DA, 2006
- [2] BRML-DA, Procedură de Metrologie Legală PML-5-03, Comparări interlaboratoare, rev. 0, 2002
- [3] SR ENV 13005:2003, Ghid pentru evaluarea incertitudinii de măsurare, 2003

Revizia științifică a articolului:

Dragoș BOICIUC, doctor, cercetător științific gradul I, director INM, e-mail: dragos.boiciuc@inm.ro

Despre autor:

Elena DUGHEANU, doctor inginer, cercetător științific gradul II, Șef al Colectivului Lungimi la Institutul Național de Metrologie, e-mail: dugheanu@inm.ro

Florica CRĂCIUNESCU, cercetător științific gradul III în cadrul Colectivului Lungimi al Institutului Național de Metrologie.

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

assessment.

According to the results obtained at this comparison, participant laboratories can now demonstrate their own capability to measure gauge blocks with nominal length between 1 mm to 100 mm using comparative method and in the same time can validate their management quality system applied in their laboratory.

BIBLIOGRAFIE

- [1] F. Crăciunescu, E. Dugheanu, „Final report of intercomparison laboratories: Calibration of the gauge blocks”, 17 pag. BRML-DA, 2006
- [2] BRML-DA „Proceeding of legal metrology PML-5-03: Interlaboratory comparisons”, rev.0, 2002
- [3] SR ENV 13005:2003, Guide for evaluation of measurement uncertainty”.

Scientific review:

Dragoș BOICIUC, doctor, scientific researcher Ist degree, director of INM, e-mail: dragos.boiciuc@inm.ro

About the authors:

Elena DUGHEANU, doctor engineer, main scientific researcher 2nd degree, LENGTHS group leader, at the National Institute of Metrology, e-mail: dugheanu@inm.ro

Florica CRĂCIUNESCU, main scientific researcher 3rd degree, LENGTHS group, at the National Institute of Metrology.

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

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