APLICAȚIE PC PENTRU ANALIZA DATELOR LA ETALONAREA MASELOR

PC TOOL FOR DATA ANALYSIS IN MASS CALIBRATIONS

Adriana VÂLCU, Sterică BAICU

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE NATIONAL INSTITUTE OF METROLOGY

Rezumat: Articolul, acceptat de Comitetul Științific al Conferinței Internaționale CAFMET-2010, descrie o aplicație PC utilizată de Laboratorul Mase- INM la etalonarea greutăților clasă $E_1...M_3$ (E_1 în cazul greutăților individuale, folosind metoda substituției). Aplicația "GOIML 2007" este ușor de utilizat, este complexă și sigură. Realizează funcțiile necesare pentru calculul masei și a incertitudinii greutăților, în concordanță cu OIML R 111, incluzând analiza incertitudinii pentru optimizarea procesului de măsurare. Aplicația permite înregistrarea datelor, dialog interactiv și tipărirea rezultatelor.

Cuvinte cheie: analiza incertitudinii, aplicație Excel, protecția datelor.

Abstract: The paper, accepted by the Scientific Committee of the International Conference CAFMET-2010, describes a PC application used by INM - Mass Laboratory for calibration of the weights class E_1 to M_3 (E_1 for individual weights, using substitution method). The application named "GOIML 2007" is friendly used, complex and safe. It realizes the necessary functions for calculating the mass and uncertainty of the weights, according to the OIML R 111, including the uncertainty analysis to optimize the measurement process. The application allows data recording, interactive dialog and results printing.

Keywords: uncertainty analysis, Excel application, data protection.

1. INTRODUCERE

Articolul descrie o aplicație PC utilizată de laboratorul Mase al Institutului Național de Metrologie pentru prelucrarea rezultatelor obținute la etalonarea greutăților clasă $E_1 \dots M_3$.

Aplicația Excel realizează funcțiile necesare pentru calculul masei și a incertitudinii de măsurare pentru greutăți, în conformitate cu Recomandarea OIML R 111, incluzând analiza incertitudinii pentru optimizarea procesului de măsurare. Aplicatia permite, de asemenea, înregistrarea datelor, dialog interactiv, vizualizarea și tipărirea rezultatelor.

Pentru a proteja și salva înregistrările stocate electronic și pentru a preveni accesul neautorizat la aceste înregistrări, aplicația îndeplinește cerințele unei proceduri specifice, implementată în laborator, în conformitate cu [1].

2. DESCRIEREA APLICAȚIEI

Aplicația menține o bază de date, incluzând valorile înregistrate ale tuturor datelor utilizate, având o bună protecție împotriva modificărilor nedorite sau accidentale. Aplicația principală este însoțită de o altă aplicație independentă UP, care este folosită pentru actualizarea datelor

1. INTRODUCTION

The paper describes a PC application for processing results in calibration of the weights class E_1 to M_3 used by the Mass Laboratory of the National Institute of Metrology.

The Excel application realizes the necessary functions for calculating the mass and uncertainty of the weights, according to the OIML R 111, including the uncertainty analysis to optimize the measurement process. The application also allows data recording, interactive dialog, the visualization and the printing of the results.

To protect and save the electronically stored records and to prevent the unauthorized access to these records, the application meets a specific procedure, implemented in the laboratory, according to [1].

2. DESCRIPTION OF THE APPLICATION

The application maintains a database including the recorded values of all the data used, having a good protection against unwanted or accidental changes. The main application is accompanied by another independent application UP, which is used to upgrade the measurement privind mijloacele de măsurare (de la aplicația principală GOIML 2007).

2.1 Instalarea programului

Instalarea programului pe computer se realizează, urmând aceiași pași ca la orice instalare (Fig. 1).

instruments data (from the main application GOIML 2007).

2.1 The installation of the program

The installation of the program on the computer is done following the same steps as in any other installation (Fig. 1).



Fig. 1: Instalarea propriu-zisă a aplicației **Fig. 1**: The installation of the application itself

De asemenea, sunt create "shortcut-uri" în Program Files, Desktop și Taskbar. După instalare, programul nu rulează toate funcțiile, (de exemplu, înregistrările nu sunt salvate în baza de date), în cazul în care nu este activat. Pentru activare, rulează aplicația "GOIML ACTIVE 2007", care permite rularea completă a aplicației (Fig. 2). Also shortcuts are created in the Program Files, Desktop and Taskbar. After installation, the program does not run all functions, (for example the records are not saved in the database) if is not activated. For activation, it runs the application "ACTIVE GOIML 2007", which allows running the complete application (Fig. 2).



Fig. 2: Activarea aplicației **Fig. 2**: The activation of the application

2.2 Descrierea aplicației UP

Aplicația UP este utilizată pentru actualizarea datelor mijloacelor de măsurare (de la aplicația principală GOIML 2007). Printr-un simplu click pot fi alese, pentru actualizare, greutățile etalon, balanțele, sau echipamente pentru determinarea densității aerului, Fig. 3.

2.2 Description of the application UP

The application UP is used for upgrading the data for measuring instruments (from the main application GOIML 2007). By a simple click it can be chosen to update the standards weights, weighing instruments or equipments for determination of the air density, Fig. 3.



Fig. 3: Actualizarea datelor mijloacelor de măsurare *Fig. 3: The update of measurement instruments data*

În fig. 4 este prezentată, ca exemplu, actualizarea datelor pentru greutățile etalon.

As an example, in the Fig. 4 is presented the update of standards weights data.

	🗐 Imagine L	IP GOINL	Ĺn										×
			START Upgrade STANDARD GOIML 2007	d I	UPE-40120	DATE:	34	nov09		Checke	d		C []
	Nominal mass		Modifications ClassiManufactu	Manay of montificant	Calibration Certificale, no.	Mass conventional	Unit	Uncertainty	Drift	Pr	U,r	Code manif register	
	500 g	E1 500	g KERN G047439	A12	02.01-008/2009	500,000 014	0	0,050	0,050	8030,00	4	10-2	
	200 g	E1 200	g KERN G047439	A11	02.01-008/2009	199,999 961	9	0,020	0,020	8047,00	3	10-2	
	200 g	E1 200	g KERN G047439	A10	02.01-008/2009	199,999 952	9	0,020	0,020	8047,00	3	10-2	
	100 g	E1 100	g KERN G047439	A9	02.01-008/2009	99,999 996	9	0,010	0,010	8028,00	3	10-2	
I	50 g	E1 50 g	KERN G047439	4.8	02.01-008/2009	49,999 976	g	0,006	0,006	8013,00	3	10-2	
	20 g	E1 20 g	KERN G047439	47	02.01-008/2009	19,999 983	g	0,005	0,005	8027,00	3	10-2	v
	H 4 P H/U	P) Stand	lard weights /			4						3	1

Fig. 4: Actualizarea datelor pentru greutățile etalon Fig. 4: Update of standards weights

2.3 Protecția datelor

Protecția datelor [1] în registrul de lucru Excel este asigurată pe 3 nivele: pentru utilizator, pentru administrator și pentru autor:

• la primul nivel, utilizatorul are parola pentru accesarea aplicației "GOIML 2007" precum și pentru modificarea sau adăugarea de date (care nu intră în calculul masei, de

2.3 The data protection

The protection of the data [1], in the Excel workbook is assured at 3 levels: for the user, for the administrator and for the author:

• at the first level, the user has the password for access the application "GOIML 2007" and for modifying or adding data (which do not enter in the calculation of mass, for example the name exemplu, numele operatorului sau al producătorului de greutăți).

Data, ora și numele persoanei care a făcut modificările sunt automat înregistrate; aceste informații pot fi vizualizate în orice moment, în fișierul de calcul.

• la nivelul al doilea, o parolă este definită de administrator pentru protecția aplicației UP, care, la rândul său, necesită alte două parole:

- pentru actualizarea datelor (de exemplu, introducerea noilor valori pentru greutățile etalon);

- transferul datelor actualizate către aplicația "GOIML 2007".

În plus, al doilea nivel de protecție include pe cel dintâi.

• la nivelul al treilea, parolele care protejază aplicația principală GOIML2007, aplicația individuală UP și codul VBA (Visual Basic for Applications) sunt definite de autor, care are acces total în aplicație.

2.4 Structura aplicației

Fișierul principal de date este structurat pe mai multe zone, care asigură o rulare bună a aplicației:

- zona DATE GENERALE, Fig. 5, conține date privind comanda, operatorul care efectuează etalonarea, data începerii și a sfârșitului etalonării. of the operator or the manufacturer of the weights).

The day, the hour and the name of the person who has done the changes are automatically registered; this information may be visualized at any time in the computing file.

• at the second level, a password is defined for the administrator to protect the UP application, wich requires two passwords:

- to upgrade the data (for example the introduction of new values for the standard weights);

- to transfer the updated data to the application "GOIML 2007".

Additionally, the second level of protection includes the first one.

• at the third level, the passwords protecting the main application GOIML2007, the individual application UP and the VBA code are defined by the author, which has the total access in the application.

2.4 The structure of the application

The main data file is structured on several areas, which ensures an optimum running of the application:

- GENERAL DATA area, Fig. 5, contains data concerning the order, the operator which performs the calibration, the starting and the finishing time for the calibration.

INFO GOIML 2007	SEARCH IN DATAB	ASE	dha	~	SAVE	
Order: 7666 Operator: A. Vâlcu	The begin data: The end data:	Today	3-nov2009 3-nov2009		History Mofifications	

Fig. 5: Zona Date Generale *Fig. 5: General data area*

- Zona DENSITATEA AERULUI, Fig. 6, care conține date privind condițiile de mediu (temperatură, umiditate relativă, presiunea aerului), împreună cu numărul certificatului de etalonare pentru fiecare parametru, calcul densității aerului și incertitudinea acesteia. - AIR DENSITY area, Fig. 6, which contains data concerning the environmental conditions (temperature, relative humidity, air pressure) together with the number of calibration certificate for each parameter, air density calculation and its associated uncertainty.

ľ	ENVIRO	NMENT CONDI	TONS	Environment conditions instruments	C.E. Nr.:
I	t =	23,1 °C	Ut = 0,6 °C	Opus 10 THI seria: 6362 (camera SC-06,	t 04.01-1199/2009
ľ	h =	49,2 %	U _h = 5 %	Opus 10 THI seria: 6362 (camera SC-06)	05.02-674/2009
ľ	p =	101394 Pa	U _p = 25 Pa	YCM02C A30	p 102,02-467/2006
ľ	CO2=	500 ppm	uCO2= 400 ppm	Opus 10 TCO seria: 6495 (camera SC-0	ESTIMAT
I	ρ.=	1,186540 kg/m ²	u(pa) = 0,002501 kg/m²	UPDATED on: data/COD	28 oc washing 2009 UPI-40114

Fig. 6: Zona densității aerului *Fig. 6: Air density area* - Zona ETALOANE, Fig. 7, care ne dă informații cu privire la etaloanele folosite: clasă de exactitate, numărul certificatului de etalonare, date de actualizare precum și toate informațiile necesare din certificatul de etalonare, folosite în calculul masei (valoarea masei convenționale și densitatea etalonului, cu incertitudinile date). - STANDARDS area, Fig. 7, which gives us information on the standards used: accuracy class, the number of calibration certificate, the update data and all the necessary data from the calibration certificate used in mass calculation (conventional mass value and density of the standard, with given uncertainties).

STANDARDS	1			UPDATED on:	data/CODE	28 octombrie 2009	UPE-40114
		m ,	or =	U _{cr} =	ρ,=	$U \rho_r =$	U _{sr} =
E1 1 g Sartorius 90332784	•		3	mg	kg/m ³	kg/m ³	mg
E1 2 ' g Sartorius 90332784	^	1,000	006	0,0030	8023,0	50,0	0,0030
E1 1 g Sartorius 90332784 E1 500 mg Sartorius 90332784				UPDATED on:	data/CODE	28 octombrie 2009	UPB-40114
E1 200 mg Sartorius 90332784		d=	$s_n(\Delta I) =$	Us=	U _R =	U _{STAB} =	$U_d =$
E1 200 ' mg Sartorius 90332784		mg	dıv	mg	mg	mg	div
E1 100 mg Sartorius 90332784 E1 50 mg Sartorius 90332784		0,0001	1,10	0,000 000 000 1	0	0	0,5
E1 20 mg Sartorius 90332784	×						



- Zona SELECTAREA DATELOR, Fig. 8. Folosind un singur "click ", toate informațiile cu privire la greutățile etalon sau la aparatele de cântărit sunt completate automat. - SELECTION OF THE DATA area, Fig. 8. Using a single "click", all the information concerning the standard weights or weighing instruments are automatically filled in.



Fig. 8: Selectarea zonei de date **Fig. 8**: Selection of the data area

- Zona BALANȚE, prezentată în Fig. 9, care conține date referitoare la balanța utilizată în etalonare, la numărul certificatului de etalonare, împreună cu toate informațiile necesare utilizate în calcul. - WEIGHING INSTRUMENT area, presented in Fig. 9, which contains data concerning the balance used in calibration, the number of calibration certificate, and all the necessary information used in the calculation.

WEIGHING INSTRUMENT			UPDATED on:	data/CODE	28 octombrie 2009	UPB-40114
	d =	$s_n(\Delta I)=$	Us=	U _E =	U _{STAB} =	U _d =
Comp. 5,1g UMX 5 / 1129063186	→ mg	dıv	mg	mg	mg	div
Balanta Sibiu 20kg MB-A-03/20 / 01(CONSERV/	0,0001	1,10	0,000 000 000 1	0	0	0,5
Comp. 5,1g UMX 5 / 1129063186						
Comp. Mettler 1000kg KC 1000 / 1961559 🕅	famifacturer	Material:	$\rho_t =$	$U \rho_t =$	U _{ma} =	U _{cv} =
	initiation of the		kg/m ³	kg/m ³	mg	mg
	v ttler Toledo	Stainless steel	7950	140	0	0

Fig. 9: Zona balanțe Fig. 9: Weighing instrument area

- Zona DATE PRIMARE, Fig. 10, care conține diferențele ABBA efectuate pe balanță (max. 12), numărul ciclurilor de măsurare, diferența medie, abaterea standard a diferențelor de masă. - PRIMARY DATA area, Fig. 10, which contains the differences ABBA performed on the balance (max. 12), number of measurement cycles, mean difference, standard deviation of the mass differences.

DIFFER	ENCES ABBA	on the bala	nce				
∆l ₁ =	2,0 div	∆l ₄ =	1,0 div	<u>∆</u> ₇ =	1,0 div	∆l ₁₀ =	3,0 div
∆l ₂ =	1,0 div	∆l ₅ =	1,0 div	∆l ₈ =	2,0 div	∆l ₁₁ =	3,0 div
∆l ₃ =	2,0 div	∆l ₆ =	3,0 div		1,0 div	∆l ₁₂ =	🗘 2,0 div
n =	12	∆l=	1,83 div	s ·	0,83485 div	uA=	0,240999602 div

Fig. 10: Zona date primare *Fig. 10: Primary data area*

AVERTIZĂRI: Atunci când sunt introduse accidental unele date greșite, apar avertizări vizuale, Fig. 11. WARNINGS: Visual warnings appear, when, accidentally some wrong data are introduced, Fig. 11.

ENFO GOIML 20	17	SEAL	RCH IN DAT	ABASE		~	S	AVE
Order: Operator	1981 A. Válcu		Microsoft E	xcel				
ENVIRO t =	23,1 °C	Ut =		user has restricte	d values that can	be entered in	to this cell.	3/2009
p =	1000	U ₆ =	29	Eeby	Cancel		p 02,02-40	/2006
Pa =	0,005602 kg/m²	u(sa) =	400 ppm 6,660244 kg/m²	Visual	warning who	amera SC-D	STIMAT	UPI-40114
_	STANDARDS			- wrong	choise of bala	ince	2	UPE-40114 Ugr =
C.E. Nr.:	02.01-014/2009	/84	1000				2,5	0,0200
Comp. 5	OHINO INSTRU	MENT -		- LATI=	Ue-	The state	U STAB=	Ue= div
C.E. Mr.:	02.01-904/2008		0,0001	1,10	1 900 000 000 1	0	0	0,5
ma	Clase	Number	Masufarturer:	Désterial	Pr kg/m	$U \rho_t =$ $U \rho_t^{-1}$ \log/m^2	U = -	Uev = mg
200 g	E2	2011	Mettler Toledo	Oţel inoxidabil	7950	1.40	0	0
DIFFE	RENCES ABBA	on the bal	ance					
	2,0 div		1,0 div		1,0 div	CU10 ^m	3)	Jdw
Al-=	1,0 div	AL=	1,0 div	 	2,0 div	01	3)	D div
	12		1.93 div		0.000 div	- Aller	0.2400	00000.000
PESILT	14	11	1,05.0%		Concercity div	- W	0,24055	AND A STREET
- ALESCET	Conventi	ional Mass		Uncertaintz of n	neasurements	-San	S. U [ma]	
200	g	- 0,2	34 0 mg	u= 0,2651 mg	U- 0,5301 mg	0,3 mg	U > Et	INCERT

Fig. 11: Avertismente vizuale Fig. 11: Visual warnings

- Zona "REZULTATE", Fig. 12, conține o fereastră cu rezultatul final al masei convenționale pentru greutatea de etalonat, împreună cu incertitudinea rezultată. - RESULTS area, Fig. 12, containing a window with the final result of the conventional mass for the weight calibrated, together with its associated uncertainty estimated.

RESULTS		n				
	Conven	tional Mass	Uncertainty of measurements	δm	δ _m -U [mg]	
						¢
1	g	+ 0,006 2 mg	u= 0,0023 mg U= 0,0046 mg	0,03 mg	0,025416331	

Fig. 12: Zona rezultate *Fig. 12: Results area*

- Zona "BUGET INCERTITUDINE", Fig. 13, conține informații privind masa convențională rezultată și contribuția la incertitudinea de măsurare a fiecărui parametru ce intervine în etalonare [2, 3]. Astfel, o imagine completă a componentelor incertitudinii sunt furnizate pe foaia de calcul. Cea mai mare contribuție care influențează incertitudinea extinsă este clar evidențiată. - UNCERTAINTY BUDGET area, Fig. 13, contains information regarding the conventional mass resulted and the contribution to measurement uncertainty of each parameter involved in calibration [2,3]. Thus, a complete image of the uncertainty's components is provided on the sheet. The greater contribution that influence the expanded uncertainty is clear distinguished.

Quantity X i	Value X i	Expa uncer	Expanded uncertainties U		Standard uncertainty u(x _i)	Sensi coeff	iti∨ity icient ने	Uncertainty contribution u _i =C _i *u(x _i) [mg]
m _{er}	1,000 006	U [mg]	0,0030	NR	0,0015	1	1	0,001500
و a [kɑ/m³]	1.187	U p _a [kɑ/m³]	0.0050	N	0.003	C palka/m ³ l	1.145E-06	2.9E-09
pt[kg/m ³]	7950,0	U p _t [kg/m ³]	140	N	70	C pt[kg/m ³]	-2,1E-10	1,5E-08
ρ,[kg/m ³]	8023,0	Uρ _r [kg/m ³]	50,0	N	25	C pr [kg/m ³]	-2,1E-10	5,2E-09
C1	-1,5405E-08	9	Цb	N	1,61E-08	m o	1	0,000016
m o	1	no of cycles=	12					
∆ I [div]	1,83	s _p (Δl) [div]	0,835	N	0,2410	d [mg/div]	0,0001	0,000024
d [mg/div]	0,0001	U _s [mg]	1E-10	N	5E-11	∆l [div]	1,8	0,000000
		U _d [div]	0,5	R	0,408	d [mg/div]	0,0001	0,000041
		U _E [mg]	0,0000	R	0,000	1	1	0,000000
		U STAB [mg]	0,0000	R	0,000	1	1	0,000000
		U 🛲 [mg]	0,0000	R	0,000	1	1	0,000000
		U _{cv} [mg]	0,0000	R	0,000	1	1	0,000000
1	Co	nventional M	ass		Combined st	andard unc.	u [mg] =	0,0023
input size	1,00	0 006 167 9	g		Expanded unc	ertainty(k=2)	U [mg] =	0,0046
Yi			1-1.	- C	Maximum perm	issible errors	δ _m [mg]=	0,03
				~	0		δ _m -Ս [mg]=	0,0254

Fig. 13: Imagine completă a componentelor de incertitudine Fig. 13: The complete image of the uncertainty's components

PAŞI ÎN BUGETUL DE INCERTITUDINE

Prima coloană conține mărimile de intrare, având estimările în cea de a doua coloană.

Incertitudinea extinsă din coloanele următoare se calculează în conformitate cu [2], având contribuțiile descrise în continuare, în aceeași ordine în care sunt vizualizate:

- Incertitudine asociată etalonului de referință

Incertitudinea asociată etalonului de referință se calculează împărțind incertitudinea extinsă U din certificatul de etalonare la factorul de extindere k (unde k = 2), care se compune cu

STEPS IN THE UNCERTAINTY BUDGET

The first column shows the inputs quantities, having the estimations in the second column.

The expanded uncertainty from the next columns is calculated in accordance with [2], having the contributions further described in the same order they are viewed:

- Uncertainty associated with the reference standard

Uncertainty associated with the reference standard is calculated by dividing the expanded uncertainty U from the calibration certificate to the coverage factor k (where k = 2), which is

incertitudinea datorată instabilității (deriva) etalonului de referință - δm - după cum urmează:

$$u_{\rm ref} = \sqrt{u^2 + \delta_m^2} \, {\rm cu} \, u = \frac{U}{k}$$
 (1)

- Incertitudine asociată corecției forței ascensionale a aerului, u_b, se calculează folosind formula:

$$u_b^2 = C_{\rho_a}^2 \times u_{\rho_a}^2 + C_{\rho t}^2 \times u_{\rho t}^2 + C_{\rho r}^2 \times u_{\rho r}^2$$
(2)

cu următorii coeficienți de sensibilitate:

$$C_{\rho_{al}} = \frac{1}{\rho_{r}} \frac{1}{\rho_{r}}; \quad C_{r} = (\rho_{a} - \rho_{0}) \times \frac{1}{\rho_{r}^{2}} \quad C_{r} = (\rho_{a} - \rho_{0}) \times \frac{1}{\rho_{r}^{2}} \quad (3)$$

- Incertitudine de tip A

Datorită faptului că, de obicei, doar două sau trei cicluri de măsurare ABBA sunt executate, o abatere standard experimentală nu poate fi calculată. Din acest motiv, sunt utilizate datele obtinute din evaluările anterioare de repetabilitate a diferențelor de masă dintre două greutăți de aceeași valoare nominală, rezultând o abatere standard ponderată s_p . Dacă *n* este de cicluri ABBA numărul efectuate, incertitudinea de tip A se calculează astfel:

$$u_A = \frac{s_p}{\sqrt{n}} \tag{4}$$

- Incertitudine datorată sensibilității balanței

Dacă balanța este etalonată cu o greutate (sau greutăți) având masa m_s , cu incertitudinea u_{ms} , contribuția la incertitudine datorată sensibilității este:

$$u_{\rm s}^{2} = \Delta m_{\rm c}^{2} \cdot \left[u_{\rm ms}^{2} / m_{\rm s}^{2} + u_{(\Delta \rm Is)}^{2} / \Delta \rm I_{s}^{2} \right]$$
(5)

De obicei, al doilea termen (dintre paranteze) este luat din certificatul de etalonare al balanței (care va fi înmulțit cu diferența medie Δm_c dintre etalon și piesă).

- Incertitudine datorată rezoluției balanței, u_{rez}, (pentru balanțele electronice) este calculată conform formulei:

$$u_{rez} = \left(\frac{d/2}{\sqrt{3}}\right) \times \sqrt{2} \tag{6}$$

- Incertitudine datorată încărcării excentrice Contribuția efectului de încărcare excentrică combined with the uncertainty due to the instability (drift) – δm - of the reference standard, as follows:

$$u_{\rm ref} = \sqrt{u^2 + \delta_m^2}$$
 with $u = \frac{U}{k}$ (1)

- Uncertainty associated with the air buoyancy corrections, u_b is calculated using the formula:

$$u_b^2 = C_{\rho_a}^2 \times u_{\rho_a}^2 + C_{\rho t}^2 \times u_{\rho t}^2 + C_{\rho r}^2 \times u_{\rho r}^2$$
(2)

with the following sensitivity coefficients:

$$C_{\rho_{ai}} = \frac{1}{\rho_{ai}} - \frac{1}{\rho_{r}}; \quad C_{r} = (\rho_{a} - \rho_{0}) \times \frac{1}{\rho_{r}^{2}} \quad \text{and} \quad C_{r} = (\rho_{a} - \rho_{0}) \times \frac{1}{\rho_{r}^{2}} \quad (3)$$

- The type A uncertainty

Since usually only two or three ABBA measurement cycles are performed, an experimental standard deviation cannot be calculated. For this reason, the data used are those obtained from previous repeatability evaluations on the mass differences between two weights of same nominal value, resulting a pooled standard deviation s_p . If *n* is the number of ABBA cycles performed, the type A uncertainty is calculated as:

$$u_A = \frac{s_p}{\sqrt{n}} \tag{4}$$

- Uncertainty due to the sensitivity of the balance

If the balance is calibrated with a sensitivity weight (or weights) of mass, m_s , and standard uncertainty, $u_{(ms)}$, the uncertainty contribution due to sensitivity is:

$$u_{\rm s}^{2} = \Delta m_{\rm c}^{2} \cdot [u_{\rm ms}^{2} / m_{\rm s}^{2} + u_{\rm (\Delta Is)}^{2} / \Delta I_{\rm s}^{2}]$$
(5)

Usually, the second term (from the brackets) is taken from the calibration certificate of the balance (which will be multiplied with the mean difference Δm_c between standard and weight).

- Uncertainty due to the display resolution of the balance, u_{rez} , (for electronic balances) is calculated according to the formula:

$$u_{rez} = \left(\frac{d/2}{\sqrt{3}}\right) \times \sqrt{2} \tag{6}$$

- Uncertainty due to the eccentric loading The contribution of the eccentric loading a balanței (comparatorului) la bugetul de incertitudine este [2]:

$$u_{EX} = \frac{\frac{d_1}{d_2} \times D}{2 \times \sqrt{3}} \tag{7}$$

În care:

- D este diferența dintre valoarea maximă și minimă obținute la testul de excentricitate efectuat ;

- d_1 este distanța estimată între punctele centrale ale greutăților (etalon și de etalonat);

- d_2 este distanța de la centrul talerului la unul dintre colțuri.

- Incertitudine datorată instabilității indicației balanței etalon (comparatorului de masă)

Dacă indicatia balantei fluctuează, incertitudinea standard provenită din instabilitatea balanței u_{STAB} este estimată, luându-se în considerare semi-lărgimea variației δm_{STAB} indicatiilor de balantă pe (amplitudinea/2):

$$u_{STAB} = \frac{\delta m_{STAB}}{\sqrt{3}} \tag{8}$$

- Incertitudine datorată efectului magnetic, u_{ma}

La greutățile la care proprietățile magnetice corespund prescripțiilor din [2], se poate considera că efectul magnetic și contribuția acestuia la incertitudinea standard compusă sunt neglijabile.

- Incertitudine datorată efectelor de convecție, u_{cv}

Efectul de convecție datorat diferenței dintre temperatura aerului din laborator și temperatura greutății de etalonat (și contribuția acestuia la incertitudinea standard) este neglijabil, cu condiția ca, dispozițiile stipulate în [2] să fie respectate.

Coloanele următoare din bugetul de incertitudine sunt în ordinea dată: distribuția, incertitudinea standard pentru fiecare mărime de intrare, $u(x_i)$, coeficienții de sensibilitate Ci, incertitudinile parțiale, $u_i=C_i \cdot u(x_i)$.

ACCESIBILITATE LA BAZA DE DATE

Există posibilitatea de a accesa baza de date, pentru a vizualiza sau imprima anumite informații ale unei etalonări anterioare, Fig. 14. effect of the balances (mass comparator) to the uncertainty budget is [2]:

$$u_{EX} = \frac{\frac{d_1}{d_2} \times D}{2 \times \sqrt{3}} \tag{7}$$

Where:

- *D* is the difference between maximum and minimum values obtained in the eccentricity test performed;

- d_1 is the estimated distance between the centers of the weights (standard and test);

- d_2 is the distance from the center of the load receptor to one of the corners.

- Uncertainty due to instability in indications of the standard weighing instrument (mass comparator)

If the indication of the balance fluctuates, the standard uncertainty resulting from the instability of the balance u_{STAB} is estimated by taking into account the semi-largeness of variation δm_{STAB} of indications of the balance (amplitude/2):

$$u_{STAB} = \frac{\delta m_{STAB}}{\sqrt{3}} \tag{8}$$

- Uncertainty due to type magnetic effects, u_{ma}

When the weights have the magnetic properties corresponding the requirements stated in [2], one may consider negligible the magnetic effect and its contribution to the standard uncertainty.

Uncertainty due to the convection effects, u_{cv}

The convection effect determined by the difference between the temperature of the air in the lab and the temperature of the weight to be calibrated (and its contribution to the standard uncertainty) is negligible, provided that the provisions stipulated in [2] are followed.

The next columns in the uncertainty budget are in the following order: distribution, standard uncertainty for each input quantity, $u(x_i)$, sensitivity coefficients Ci and the last one, the partial uncertainties, $u_i = C_i \cdot u(x_i)$.

ACCESSIBILITY TO THE DATABASE

There is the possibility to access the database, to view or print certain information of a previous calibration, Fig. 14.

INFO GOIML 200	E1 5 0 5 MH 2028	- Cd>+ 70.14.2	7 10 00/12:19:40		-		S/	AVE		
Order: Operator:	F1 20 g S/N: 2938 F1 20 g S/N: ZM9 E2 1 g S/N: ZN 9 F1 100 g S/N: 20	23 ZWIEBEL - P 1 ZWIEBEL - Fra 11 TERMOTEH	- 10.09/12:18:40 - Tanţa Cda: 7759 2 anţa Cda: 7759 28 VICA Cda: 7666 02	28.10.09/11:27:23 .10.09/11:44:42 2.11.09/11:21:47)9)9	History Mofifications			
ENVIRO t =	F1 20 g S/N: 201 F1 20 g S/N: 201 F1 20 g S/N: 20 F1 10 g S/N: 201	1 TERMOTEHNI 11 TERMOTEHNI 1 TERMOTEHNI	ICA Cda: 7666 02. ICA Cda: 7666 02. ICA Cda: 7666 02.	Ga: 7666 02.11.09/11:59:15 Cda: 7666 02.11.09/12:00:21 da: 7666 02.11.09/12:00:21 <i>tera SC-06</i>)				C.E. Nr.: 6) t 04.01-1199/2009		
h =	F15gS/N:2011 F12gS/N:2011 F12'gS/N:201 F11gS/N:2011	S/N: 2011 TERMOTEHNICA Cda: 7666 02.11.09/12:02:55 S/N: 2011 TERMOTEHNICA Cda: 7666 02.11.09/12:03:53 S/N: 2011 TERMOTEHNICA Cda: 7666 02.11.09/12:04:28 S/N: 2011 TERMOTEHNICA Cda: 7666 02.11.09/12:04:28 S/N: 2011 TERMOTEHNICA Cda: 7666 02.11.09/12:04:28						009 7/2006		
ρ _a =	F1 500 mg S/N: 2 F1 200 mg S/N: 2 F1 200 ' mg S/N: 2	2011 TERMOTE 2011 TERMOTE 2011 TERMOTE	HNICA Cda: 7666 HNICA Cda: 7666 EHNICA Cda: 7666	02.11.09/12:23:11 02.11.09/12:24:24 02.11.09/12:25:2	L 1 19	: data/CODE	28 octombrie 2009	UPI-40114		
E1 1 g San	F1 50 mg S/N: 20 F1 20 ' mg S/N: 20 F1 20 ' mg S/N: 20 F1 10 mg S/N: 20	011 TERMOTEH 011 TERMOTEH 011 TERMOTEH	NICA Cda: 7666 0 NICA Cda: 7666 0 NICA Cda: 7666 0 NICA Cda: 7666 0	2.11.09/12:28:56 02.11.09/12:33:25 2.11.09/12:35:58		$\rho_r = kg/m^3$	$U \rho_r = kg/m^3$	U _{sr} =		
C.E. Nr.: WEI	F1 10 mg S/N: 20 F1 5 mg S/N: 20 F1 1 mg S/N: 20 F1 20 mg S/N: 20	011 TERMOTEH 11 TERMOTEHN 11 TERMOTEHN 011 TERMOTEH	NICA Cda: 7666 0 ICA Cda: 7666 02 ICA Cda: 7666 02 NICA Cda: 7666 0	2.11.09/12:46:55 .11.09/12:49:53 .11.09/12:50:31 2.11.09/13:03:57		8023,0 :: data/CODE	25 octombrie 2009 U STAB =	0,0030 UPB-40114 U _d =		
Comp. 5,1g	E2 1 g S/N: 2011	Mettler Toledo	Cda: 1981 03.11.	09/15:22:39	1 1	<u>mg</u> 0	<u>mg</u> 0	<i>div</i> 0,5		
m ₀					~	$U \rho_t = kg/m^3$	U _{ma} = mg	U _{cv} =		
1 g	E2	2011	Mettler Toledo	Stainless steel	7950	140	0	0		
DIFFER	RENCES ABBA	on the bal	ance			1				
∆l ₁ =	2,0 div	∆l₄=	1,0 div	∆I ₇ =	1,0 div	ΔI ₁₀ =	3,0) div		
$\Delta l_2 =$	1,0 div	∆l ₅ =	1,0 div	∆I ₈ =	2,0 div		3,0			
Δl ₃ =	2,0 div	Δi ₆ =	3,0 div	Δl ₉ =	1,0 div	ΔI ₁₂ =	2,0	J div		
n =	12		1,83 div	s =	0,83485 div	uA=	0,24099	99602 div		
RESULTS	Convert	ional Mass				ôm	S. H. Imal			
1	g	+ 0,0	06 2 mg	u= 0,0023 mg	U= 0,0046 mg	0,03 mg	0,025416331			

Fig. 14: Accessibilitatea la baza de date *Fig. 14: Accessibility to the database*

INFORMAȚII DE SISTEM

Pot fi vizualizate informații cum ar fi: versiunea aplicației, titlu, autor, versiunea excel, sistem de operare - Fig. 15.

SYSTEM INFORMATION

It can be viewed information such as: application version, title, author, excel version, operating system - Fig. 15.



Fig. 15: Informații de sistem *Fig. 15: System information*

O vedere generală a foii de lucru, care conține toate zonele descrise anterior este prezentată în Fig. 16.

A general view of the sheet, containing all the areas previously described is presented in the Fig. 16.

INFO COIML 20	07	SEAL	RCH IN DAT	ABASE	d m	~	s	SAVE
Order: Operator	1981 A. Vâlcu		The begin dat The end data	a: Today	3-nov200 3-nov200	09 09	History Mofification	
ENVIRO	NMENT CONDI	TIONS		Environmen	t conditions ins	truments	C.E. Nr.:	
t =	23,1 °C	Ut =	0,6 °C	Opus 10 THI se	ria: 6362 (can	nera SC-06)	t 04.01-11	99/2009
h =	49,2 %	U _h =	5 %	Opus 10 THI se	via: 6362 (can	nera SC-06)	05.02-674	/2009
p =	101394 Pa	$\cup_p =$	25 Pa	YCM02C A30			p 102,02-40	57/2006
CO2=	500 ppm	uCO2=	400 ppm	Opus 10 TCO	seria: 6495 (d	amera SC-	ESTIMAT	
ρ _a =	1,186540 kg/m ²	u(pa) =	0,002501 kg/m²		UPDATED 0	n: data/COD	25 os wantes 200	 UPI-40114
	STANDARDS		1		UPDATED 0	in: data/COD	20 octombra 200	 UPE-40114
<u> </u>	STANDARDS		m	er =	Uer=	pr =	$U \rho_r =$	U _{sr} =
E11g Sa	ntorius 9033278	4		g	mg	kg/m ³	kg/m ³	mg
C.E. Nr.:	02.01-014/2009	9	1,00	006	0,0030	8023,0	50,0	0,0030
WE	IGHING INSTRU	MENT			UPDATED 0	n: data/COD	15 os wanless 100	• UPB-40114
Comp 51	a LIMX 57 1129	063186	d =	$s_{0} (\Delta I) = dv$	U_c=	UE=	U STAB-	div
CERT	02 01-904/2008	3	0.0001	1.10	0.000.000.000.1	0	0	0.5
WEIGHT	52.01-004/2000	e	0,0001	1 1,10	10,000,000,000,1			
mo	Clasa	Number	1.000	B.C. Lucia	Pr=	UP1=	Una =	Uay =
			Ivianuracrurer:	Iviaterial:	kg/m ³	kg/m3	mg	mg
19	E2	2011	Mettler Toledo	Otel inoxidabil	7950	140	0	0
DIFFE	RENCES ABBA	A on the bal	ance					
$\Delta I_1 =$	2,0 div	∆l4=	1,0 div	∆l ₇ =	1,0 div	∆l ₁₀ =	3	I,O div
$\Delta l_2 =$	1,0 div	∆ls=	1,0 div	∆l ₈ =	2,0 div	$\Delta I_{11} =$	3	0,0 div
∆l ₃ =	2,0 div	∆l ₆ =	3,0 div	∆l ₉ =	1,0 div	$\Delta I_{12} =$	2	0,0 div
n =	12	∆I=	1,83 div	g =	0,83485 div	uA.	0,240	999602 div
1								
RESULT	S							
RESULT	'S Convent	ional Mass		Uncertaintz of m	neasurements	ām	δ _m -U [mg]	1
RESULT	S Convent	ional Mass		Uncertaintz of m	neasurements	êm	<mark>ծ</mark> տ-Ս [mg	1
RESULT	rs Convent g	ional Mass + 0,0	06 2 mg	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg	U- 0,0046 mg	ðm. 0,03 mg	δ _m -U [mg]	1
RESULT 1 Quantity X i	S Convent g Value Xi	ional Mass + 0,0 Exp unce	06 2 mg anded rtainties U	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution	U- 0,0046 mg Standard uncertainty u(x _i)	5 ām 0,03 mg Sensi coeffi	δ _m -U [mg 0,02541633 itivity icient	Uncertainty contribution u _i =C _i *u(x _i) [mg]
	S Convent g Value X ; 1,000 006	ional Mass + 0,0 Exp unce	06 2 mg anded rtainties U 0,0030	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution	U- 0,0046 mg Standard uncertainty u(Xi) 0,0015	5 5m 0,03 mg Sensi coeffi (5m-U [mg 0,02541633 itivity icient	Uncertainty contribution u _i =C _i *u(x _i) [mg] 0,001500
RESULT 1 Quantity X; m _{er} g	S Convent g V Value X i 1,000 006	ional Mass + 0,0 Exp unce	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution	easurements U- e.e046 mg Standard uncertainty u(%) 0,0015 0,002	5 5m 0,03 mg Sensi coeffi 0	tivity 1 1 1	Uncertainty contribution $u_i=C_i^*u(x_i)$ [mg] 0,001500 $\theta,001732$
RESULT 1 Quantity X ₁ m _{er} 9 P _a [kg/m ³]	S Convent g Value X ; 1,000 006 1,187	U [mg]	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N	easurements U- 0.0046 mg standard uncertainty u(×,) 0,0015 0,002 0,003	am 0,03 mg Coeffi 0 1 1 C pa[kg/m]	5m-U [mg 0,02541633 tivity icient 1 1,145E-06	Uncertainty contribution u _i =C _i *u(x _i) [mg] 0,001500 <i>6,001732</i> 2,9E.09
RESULT 1 Quantity X i p a [kg/m] p t[kg/m]	S Convent g V Value X i 1,000 006 1,187 7950,0	U [mg] U [mg] U pa[kg/m ³] U pa[kg/m ³]	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N	easurements U- 0.0046 mg Standard uncertainty u(Xi) 0,0015 0,002 0,003 70	5 5m 0,03 mg 0,03 mg 0,03 mg 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	5m-U [mg 0.02541633 tivity cicent 1 1.145E-06 -2,1E-10	Uncertainty contribution u ₁ =C ₁ *u(x ₁) [mg] 0,001500 0,001732 2,9E-09 1,5E-08
RESULT 1 Quantity χ ; m cr 9 ρ a[kg/m ³] ρ (kg/m ³)	y Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0	U [mg]	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140 50,0	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N	easurements U- 0,0046 mg Standard uncertainty U(X) 0,0015 0,002 0,003 70 25	5m 0.03 mg Coaffi 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	an-U (mg) 0,02541633 tivity cient 1 1 1,145E-06 -2,1E-10 -2,1E-10	Uncertainty contribution u=C [*] u(x _i) 0,001500 0,001500 0,001732 2,9E-09 1,5E-08 5,2E-09
RESULT 1 Quantity X _i m _{er} g ρ _s [kg/m] ρ _t [kg/m] C ₁	S Convent g V Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08	U [mg] U [mg] U [mg] U palkgim ³ U palkgim ³ U palkgim ³	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0050 140 50,0 u _b	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N N	easurements U- 9,9046 mg Standard uncertainty U(X) 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08	δm 0.03 mg Sensitive coefficience 1 C ρ _e [kg/m ³] C ρ _e [kg/m ³] m ρ	an-U [mg] 0.02541633 tivity ccent 1 1 1,145E-06 -2,1E-10 1 1	Uncertainty contribution u _i =C ⁺ u(x _i) [mg] 0,001500 <i>0,0015</i> 00 <i>0,0015</i> 00 <i>0,00015</i> 00 <i>0,00015</i> 0 <i>5,2E</i> .09 0,000016
RESULT 1 Quantity X i more p.a[kg/m] p.[kg/m] p.[kg/m] more	y Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08 1	U [mg] U [mg] U _{sr} [mg] U ρ _s [kg/m ³] U ρ _s [kg/m ³] no of cycles=	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140 50,0 4b 12	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N N N	easurements U- 9,9046 mg Standard uncertainty u(x,) 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08	δm 0.03 mg Sensi coeff 1 C ρ _a [kg/m ³] C ρ _a [kg/m ³] C ρ _a [kg/m ³] m _b	5m-U [mg 0,02541633 tivity cient 1 1,145E-06 -2,1E-10 -2,1E-10 1	Uncertainty contribution u _i =C ₁ *u(x _i) [mg] 0,001500 0,001500 0,0001500 2,9E-09 1,5E-08 5,2E-09 0,000016
RESULT 1 Quantity x ; m er p a[kg/m²] p (kg/m²) C; m o A (div)	y Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08 1 1,83	U [mg] U [mg] U μ _{ar} [mg] U μ _a [kg/m ³] U μ _a [kg/m ³] mo of cycles= s _p (Δ) [dM]	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140 50,0 u _b 12 0,635	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N N N N N N N	easurements U- 0.0046 mg Standard uncertainty u(Xi) 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08 0,2410	δm 0.03 mg Sensitive coefficience 1 C ρ _a [kg/m ³] C ρ _i [kg/m ³] C ρ _i [kg/m ³] m ₀ d [mg/dl/y]	5m-U [mg 0,02541633 tivity cient 1 1,145E-06 -2,1E-10 -2,1E-10 1 0,0001	Uncertainty contribution u ₁ =C ₁ *u(x ₁) [mg] 0,001500 0,001732 2,9E-09 1,5E-08 5,2E-09 0,000016 0,000024
RESULT 1 Quantity χ _i m _{er} g ρ _a [kg/m ²] ρ _i [kg/m ²] C ₁ m _o Δ1[diM] d [mg/dM]	y Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08 1 1,83 0,0001	U [mg] U [mg] U [mg] U [mg] U [mg] U [mg] See [mg] U [mg]	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140 50,0 U b 12 12 0,835 1E-10	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N N N N N N N N N N	easurements U- 0.0046 mg Standard uncertainty U(X) 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08 0,2410 5E-11	δm 0.03 mg Sensitive coefficience 1 C ρa [kg/m] C ρt [kg/m] m a d [mg/div] ΔI [div]	5m-U (mg) 0,02541633 tivity cient 1 1 1 1,145E-06 -2,1E-10 1 0,0001 1,8	Uncertainty contribution u=C,*u(xi) [mg] 0,001500 6,001732 2,9E-09 1,5E-08 5,2E-09 0,000016 0,000016
RESULT 1 Quantity χ : m or g ρ :[kg/m ³] p :[kg/m ³] C : m o Δ ! [div] d [mg/div]	S Convent g Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08 1 1,83 0,0001	to nal Mass + 0,0 Exp unce U [mg] U _{sr} [mg] U ρ _q [kg/m ³] U ρ _q [kg/m ³] U ρ _q [kg/m ³] no of cycles= s _p (Δ) [diy] U _u [06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140 50,0 ub 12 0,835 1E-10 0,5	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N N N N N N N R	easurements U- 0,0046 mg Standard uncertainty u(x) 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08 0,2410 5E-11 0,408	δm 0.03 mg Sensitive coefficience 1 C ρa [kg/m] C ρt [kg/m] m a d [mg/div] Δl [div] d [mg/div]	5m-U [mg] 0,02541633 tivity cient 1 1 1,1455-06 -2,1E-10 -2,1E-10 1 0,0001 1,8 0,0001	Uncertainty contribution u=C [*] u(x _i) 0,001500 0,001500 0,0001500 0,0001500 0,000016 0,0000016 0,000000 0,000000
RESULT 1 Quantity X i m er 9 ρ a[kg/m] ρ [kg/m] ρ [kg/m] Δ1 [div] d [mg/div]	S Convent g V Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08 1 1,83 0,0001	U [mg] Exp unce U [mg] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U μ _a [mg] U μ _a [kg/m ³] U μ _a [kg/m ³] U μ _a [kg/m ³] U μ _a [kg/m ³] U μ _a [kg/m ³] U μ _a [kg/m ³]	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140 50,0 ub 12 0,835 1E-10 0,5 0,0000	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N N N N N R R R R	easurements U- 9,9046 mg Standard uncertainty u(x,) 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08 0,2410 5E-11 0,408 0,000	δm 0,03 mg Sensi coeff 1 C ρ _a [kg/m ³] C ρ _b [kg/m ³] C ρ _b [kg/m ³] d [mg/div] ΔI [dw] 1	5m-U [mg 0,02541633 tivity cient 1 1,145E-06 -2,1E-10 -2,1E-10 -2,1E-10 1 0,0001 1,8 0,0001 1	Uncertainty contribution u _i =C [*] u(x _i) [mg] 0,001500 <i>0,001500</i> <i>0,001500</i> <i>0,001500</i> <i>0,0001500</i> <i>0,000016</i> 0,0000016 0,000000 0,0000041 0,000000
RESULT 1 Quantity x ; m or p a(kg/m²) p (kg/m²) C ; m o A (div) d [mg/div]	S Convent g V Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08 1 1,83 0,0001	U [mg] U [mg] U μ _a [lg]	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140 50,0 ub 12 0,835 1E-10 0,5 0,0000 0,0000	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N N N N R R R R R	easurements U- 0.0046 mg Standard uncertainty u(Xi) 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08 0,2410 5E-11 0,408 0,000 0,000	δm 0.03 mg Sensitive coefficience 1 C ρ _a [kg/m ³] C ρ _i [kg/m ³] C ρ _i [kg/m ³] d [mg/div] Δ] [div] 1 1	5U [mg 0.02541633 tivity cient 1 1.145E-06 -2,1E-10 -2,1E-10 1 0,0001 1,8 0,0001 1,8 0,0001 1,1 1	Uncertainty contribution u ₁ =C ₁ *u(x ₁) [mg] 0,001500 0,001732 2,9E-09 1,5E-08 5,2E-09 0,000016 0,000024 0,000024 0,000000 0,000000
RESULT 1 Quantity x i m er g ρ a(kg/m²) ρ (kg/m²) C i m a Δ [(div) d [mg/div]	S Convent g Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08 1 1,83 0,0001	the second	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0050 140 50,0 ub 12 0,835 1E-10 0,5 0,0000 0,0000 0,0000	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N N N N N N N R R R R R R	easurements U- 0,0046 mg Standard uncertainty U(×) 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08 0,2410 5E-11 0,408 0,000 0,000 0,000	δm 0.03 mg Sensitive coeff 1 C ρ _a [kg/m] C ρ _t [kg/m] C ρ _t [kg/m] d [mg/div] ΔI [div] 1 1	5m-U [mg] 0,02541633 tivity cient 1 1,145E-06 -2,1E-10 -2,1E-10 1 1,8 0,0001 1 1 1	Uncertainty contribution u=C^*u(xi) <u>(mg)</u> 0,001500 <u>6,001732</u> 2,9E-09 1,5E-08 5,2E-09 0,000016 0,0000016 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000
RESULT 1 Quantity x i m er g ρ a[kg/m ³] ρ [kg/m ³] C i m a Δ i [div] d [mg/div]	y Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08 1 1,83 0,0001	U [mg]	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140 50,0 U b 12 0,835 1E-10 0,5 0,0000 0,0000 0,0000 0,0000	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N N N N N N N R R R R R R R	easurements U- 0,0046 mg Standard uncertainty U(×) 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08 0,2410 5E-11 0,408 0,000 0,000 0,000 0,000	δm 0.03 mg Sensitive coefficience 1 1 C ρa [kg/m] C ρt [kg/m] m a d [mg/div] A [div] 1 1 1	5m-U [mg] 0,02541633 tivity cient 1 1 1 1,145E-06 -2,1E-10 -2,1E-10 1 0,0001 1 0,0001 1 1 1	Uncertainty contribution u=C [*] u(x _i) [mg] 0,001500 0,0001500 0,0001500 0,00001500 0,00001500 0,0000016 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000
RESULT 1 Quantity X i m er 9 ρ a[kg/m] ρ [kg/m] ρ [kg/m] Δ1 [div] d [mg/div]	S Convent g V Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08 1 1,83 0,0001	U [mg] Exp unce U [mg] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³] U ρ _a [kg/m ³]	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140 50,0 4b 12 0,835 1E-10 0,5 0,00000 0,0000 0,0000 0,0000 0,0000 0,0000 0,0000 0	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N N N N N R R R R R R R R R	easurements U- 0.0046 mg Standard uncertainty u(Xi) 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08 0,2410 5E-11 0,408 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Combined st	δm 0.03 mg Sensi coeff 1 C ρ _a [kg/m ³] C ρ _a [kg/m ³] C ρ _a [kg/m ³] d [mg/div] ΔI [dw] 1 1 andard unc.	δm-U [mg] 0,02541633 tivity 1 1 1,145E-06 -2,1E-10 -2,1E-10 1 0,0001 1,8 0,0001 1 1 1 1	Uncertainty contribution u ₁ =C ₁ *u(x) <u>[mg]</u> 0,001500 <i>0,001732</i> 2,9E.09 1,5E.08 5,2E.09 0,000016 0,0000024 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000
RESULT 1 Quantity X ; m or p a[kg/m ³] p (kg/m ³) C ; m o A [(div] d [mg/div]	S Convent g Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08 1 1 1,83 0,0001	U [mg] U [mg] U εr [mg] U ε [mg] U ε [mg] U ε [mg] U εr [mg] U σταε [mg] U σταε [mg] 0 σταε [mg] 0 σταε [mg] 0 σταε [mg]	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140 50,0 4b 12 0,835 1E-10 0,5 0,0000 0,	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N N N N R R R R R R R R R	easurements U- 0.0046 mg Standard uncertainty u(Xi) 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08 0,2410 5E-11 0,408 0,000 0,000 0,000 0,000 Combined st Expanded unc	δm 0.03 mg Sensi coefficient 1 C ρ _a (kg/m ³) C ρ _i (kg/m ³) C ρ _i (kg/m ³) d (mg/div) Δ (mg/div) 1 1 andard unc. ertainty(k=2)	δm-U [mg] 0,02541633 tivity cient 1 1,145E-06 -2,1E-10 -2,1E-10 1 0,0001 1,8 0,0001 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 <tr< td=""><td>Uncertainty contribution u₁=C₁*u(x₁) [mg] 0,001500 0,001732 2,9E-09 1,5E-08 5,2E-09 0,000016 0,0000016 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000</td></tr<>	Uncertainty contribution u ₁ =C ₁ *u(x ₁) [mg] 0,001500 0,001732 2,9E-09 1,5E-08 5,2E-09 0,000016 0,0000016 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000
RESULT 1 Quantity x ; m er p a(kg/m²) p (kg/m²) C; m o A (div) d [mg/div] Input size Y ;	S Convent g V Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08 1 1,83 0,0001	U [mg] U [mg] U μ _a [kg/m ³] U μ _a [dM] U μ _a [mg]	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140 50,0 u _b 12 0,835 1E-10 0,5 0,0000	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N N N N N N R R R R R R R R R	easurements U- 0.0046 mg Standard uncertainty u(x) 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08 0,2410 5E-11 0,408 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Combined st Expended uncert	δm 0.03 mg 0.03 mg Coefficient Coefficie	δm-U [mg] 0,02541633 tivity cient 1 1,145E-06 -2,1E-10 -2,1E-10 1 0,0001 1,8 0,0001 1 1 1 0,0001 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 2 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1	Uncertainty contribution u ₁ =C ₁ *u(x) [mg] 0,001500 0,001500 2,9E-09 0,000016 5,2E-09 0,000024 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000
RESULT 1 Quantity x i m er g ρ a(kg/m²) ρ (kg/m²) C i m o Δ I (dM) d [mg/dM] Input size Y i	S Convent g Value X i 1,000 006 1,187 7950,0 8023,0 -1,5405E-08 1 1,83 0,0001	tonal Mass + 0,0 Exp unce U [mg] U _{sr} [mg] U p _d [kg/m ³] U p	06 2 mg anded rtainties U 0,0030 0,0030 0,0050 140 50,0 4b 12 0,835 1E-10 0,5 0,0000 0,0000 0,0000 0,0000 0,0000 Mass g	Uncertaintz of m u= 0,0023 mg Distribution N R N N N N N N N N N N N R R R R R R R R R	easurements U- 0.0046 mg Standard uncertainty 0,0015 0,002 0,003 70 25 1,61E-08 0,2410 5E-11 0,408 0,000 <tr< td=""><td>δm 0.03 mg Sensitive coeff 1 C ρa [kg/m] C ρt [kg/m] C ρt [kg/m] M a d [mg/div] ΔI [div] 1</td><td>δm-U [mg] 0,02541633 tivity cient 1 1,15E-06 -2,1E-10 -2,1E-10 1 1,8 0,0001 1 1 1 1 1 2,1E-10 -2,1E-10 1 0,0001 1 0,0001 1 0,0001 1 0,0001 1 0,0001 1 0,0001 1 1 1 0,0001 1 2 10 0,0001 1 1 0,0001 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0,0000000</td><td>Uncertainty contribution u = C[*]u(x) 0,001500 6,001732 2,9E-09 0,000016 5,2E-09 0,0000016 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000</td></tr<>	δm 0.03 mg Sensitive coeff 1 C ρa [kg/m] C ρt [kg/m] C ρt [kg/m] M a d [mg/div] ΔI [div] 1	δm-U [mg] 0,02541633 tivity cient 1 1,15E-06 -2,1E-10 -2,1E-10 1 1,8 0,0001 1 1 1 1 1 2,1E-10 -2,1E-10 1 0,0001 1 0,0001 1 0,0001 1 0,0001 1 0,0001 1 0,0001 1 1 1 0,0001 1 2 10 0,0001 1 1 0,0001 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0,0000000	Uncertainty contribution u = C [*] u(x) 0,001500 6,001732 2,9E-09 0,000016 5,2E-09 0,0000016 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000 0,000000

Fig. 16: Vedere generală a foii de lucru Fig. 16: General view of the sheet

3. AVANTAJELE APLICAŢIEI

Unele dintre avantajele aplicației "GOIML 2007" sunt:

- aplicația este ușor de utilizat, fiind o aplicație Excel;

- o imagine completă a componentelor de incertitudine sunt furnizate direct pe foaie. Cele mai mari contribuții care influențează incertitudinea extinsă sunt clar evidențiate;

- selecția rapidă a datelor privind etaloanele, mijloacele de măsurare, producătorul etc., prin alegerea lor din liste de tip COMBO BOX. Utilizând un singur click, toate informațiile pentru mijlocul de măsurare (de exemplu: certificatul de etalonare, densitate, volumul, etc) sunt completate automat;

- semnale vizuale, atunci când date de intrare

3. ADVANTAGES OF THE APPLICATION

Some advantages of the application "GOIML 2007" are:

- easy to use because of the well known Excel;

- a complete image of the uncertainty components are supplied directly on the sheet. The greater contributions that influence the expanded uncertainty are clear distinguished;

- fast selection of the data concerning the standards, the measuring instruments, manufacturer, etc, by choosing them from the lists COMBO BOX type. Using a single click, all the information for the measuring instrument (for example: calibration certificate, density, volume, etc) are automatically filled in;

- visual signaling when inadequate input

inadecvate sau unele discrepanțe (de exemplu, dintre valoarea nominală a etalonului de masă și limita maximă a balanței) sunt introduse;

- posibilitatea de a stoca în baza de date toate datele, inclusiv rezultatele etalonărilor. Acestea pot fi vizualizate și tipărite în orice moment;

 aplicația individuală UP actualizează uşor și rapid aplicația principală instalată pe diferite PC-uri;

-în timpul upgradării, nu există nici un risc pentru a deprecia sau bloca aplicația principală prin comenzi nepotrivite;

- data actualizării este vizualizată în aplicația principală și rămâne neschimbată, până la următoarea actualizare.

Cu toate că, aplicația conține mai multe "fișiere" (foi de lucru) conectate între ele, tot timpul utilizatorul vede unul singur. Utilizatorul poate folosi un fișier, în funcție de necesitate.

4. CONCLUZII

În acest articol a fost descrisă o aplicație Excel pentru prelucrarea rezultatelor la etalonarea greutăților clasă $E_1 \dots M_3$ (E_1 pentru greutățile individuale, utilizând metoda substituției) utilizate de către laboratorul Mase al Institutului Național de Metrologie.

Această aplicație PC permite utilizatorilor Excel să stocheze, prelucreze, analizeze și să imprime rezultatele finale obținute la etalonarea greutăților.

Pentru calculul masei și al incertitudinii de măsurare sunt utilizate documentele de referință [2] și [3].

REFERINȚE

[1] EN ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, 2005

[2] OIML R 111-1 Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 and M3, Edition 2004.

[3] ISO/IEC Guide 98-3:2008, Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).

Revizia știin țifică a articolului:

George Florian POPA, cercetător științific II, Institutul Național de Metrologie, e-mail: george.popa@inm.ro

Despre autori:

Adriana VÂLCU, doctor inginer, Institutul Național de Metrologie, Colectiv Mase, e-mail: adriana.valcu@inm.ro.

Sterică BAICU, Institutul Național de Metrologie, Colectiv Mase, e-mail: sterica.baicu@inm.ro

data or some discrepancies of these (for instance between the nominal value of the mass standard and that of the maximum capacity of the balance) are introduced;

- possibility to stock all the data in the data base, including the results of the calibrations. These can be visualized and printed at any time.

- easy and rapid upgrade the main application which is set on different PCs;

- no risk to depreciate or block the main application during the upgrading by inadequate commands;

- the upgrading data is visualized in the main application and remains unchanged until to the next upgrading.

Although the application contains several "files" (spreadsheet) connected to each other, only one is always visible to the user. The user can use a file, in terms of necessity.

4. CONCLUSIONS

This paper described an Excel application used for processing the results obtained in calibration of weights class E_1 to M_3 (E_1 for individual weights, using substitution method) used in the Mass Laboratory of the National Institute of Metrology.

This PC application enables the Excel users to store, to process, to analyze and to print the final results obtained in the calibration of weights.

To calculate the mass and measurement uncertainty, the reference documents [2] and [3] are used.

REFERENCES

[1] EN ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, 2005

[2] OIML R 111-1 Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 and M3, Edition 2004.

[3] ISO/IEC Guide 98-3:2008, Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).

Scientific revue:

George Florian POPA, scientific researcher II, National Institute of Metrology, e-mail: george.popa@inm.ro

About the authors:

Adriana VÂLCU, doctor, National Institute of Metrology, Mass Group, e-mail: adriana.valcu@inm.ro.

Sterică BAICU, National Institute of Metrology, Mass Group, e-mail: sterica.baicu@inm.ro