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 Ştiinţific al Conferinţei Internaţionale CAFMET-2010, descrie o aplicaţie PC utilizată de Laboratorul Mase- INM la etalonarea greutăţilor clasă E_1... M_3 (E_1 în cazul greutăţilor individuale, folosind metoda substituţiei). Aplicaţia "GOIML 2007" este uşor de utilizat, este complexă şi sigură. Realizează funcţiile necesare pentru calculul masei şi a incertitudinii greutăţilor, în concordanţă cu OIML R 111, incluzând analiza incertitudinii pentru optimizarea procesului de măsurare. Aplicaţia permite înregistrarea datelor, dialog interactiv şi tipărirea rezultatelor.*

Cuvinte cheie: *analiza incertitudinii, aplicaţie Excel, protecţia 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 aplicaţie PC utilizată de laboratorul Mase al Institutului Naţional de Metrologie pentru prelucrarea rezultatelor obţinute la etalonarea greutăţilor clasă E_1 …M_3.

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

Pentru a proteja şi salva înregistrările stocate electronic şi pentru a preveni accesul neautorizat la aceste înregistrări, aplicaţia îndeplineşte cerinţele unei proceduri specifice, implementată în laborator, în conformitate cu [1].

2. DESCRIEREA APLICAȚIEI

Aplicaţia menţine o bază de date, incluzând valorile înregistrate ale tuturor datelor utilizate, având o bună protecţie împotriva modificărilor nedorite sau accidentale. Aplicaţia principală este însoţită de o altă aplicaţie 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 aceiaşi paşi 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 şi 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).

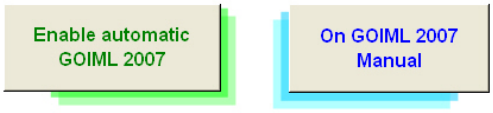


Fig. 2: Activarea aplicației
Fig. 2*: The activation of the application*

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.

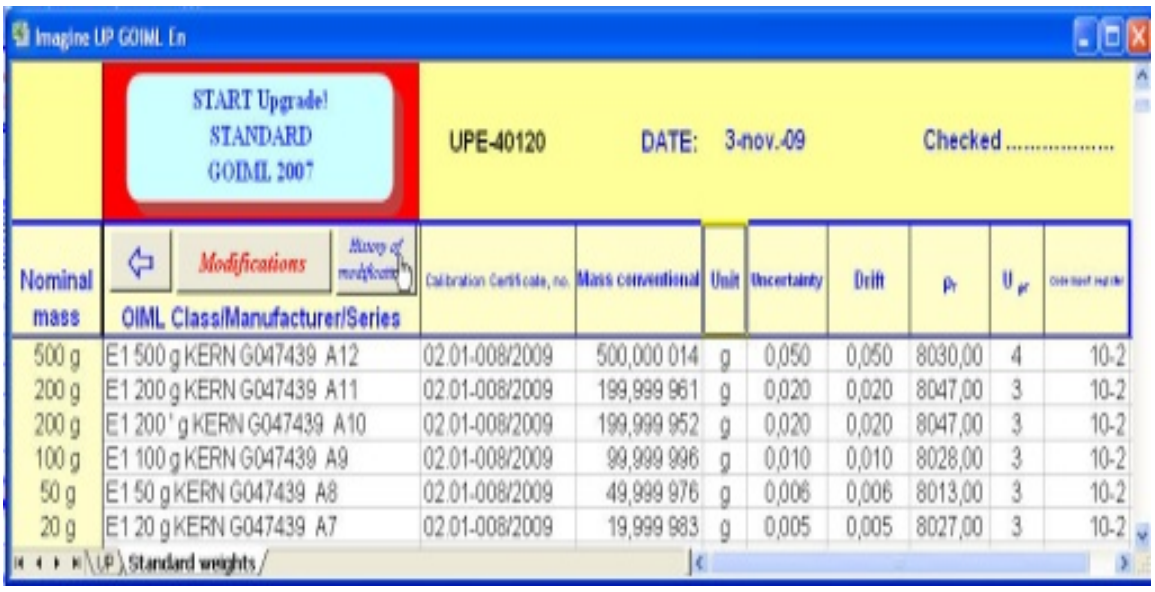
2.2 Description of the application UP

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.



Nominal mass	OIML Class/Manufacturer/Series	Calibration Certificate, no.	Mass conventional	Unit	Uncertainty	Drift			
500 g	E1 500 g KERN G047439 A12	02.01-008/2009	500,000 014	g	0,050	0,050	8030,00	4	10-2
200 g	E1 200 g KERN G047439 A11	02.01-008/2009	199,999 961	g	0,020	0,020	8047,00	3	10-2
200 g	E1 200 ' g KERN G047439 A10	02.01-008/2009	199,999 952	g	0,020	0,020	8047,00	3	10-2
100 g	E1 100 g KERN G047439 A9	02.01-008/2009	99,999 996	g	0,010	0,010	8028,00	3	10-2
50 g	E1 50 g KERN G047439 A8	02.01-008/2009	49,999 976	g	0,006	0,006	8013,00	3	10-2
20 g	E1 20 g KERN G047439 A7	02.01-008/2009	19,999 983	g	0,005	0,005	8027,00	3	10-2

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 şi pentru autor:

• la primul nivel, utilizatorul are parola pentru accesarea aplicației "GOIML 2007" precum şi 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 şi numele persoanei care a făcut modificările sunt automat înregistrate; aceste informații pot fi vizualizate în orice moment, în fişierul 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 şi codul VBA (Visual Basic for Applications) sunt definite de autor, care are acces total în aplicație.

2.4 Structura aplicației

Fişierul 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 şi a sfârşitului 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.

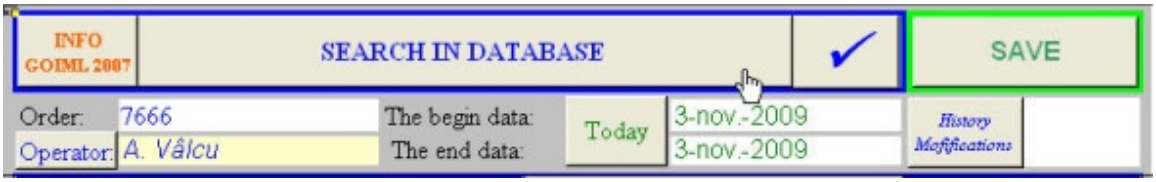


Fig. 5: Zona Date Generale
Fig. 5*: General data area*

- 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 şi 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.

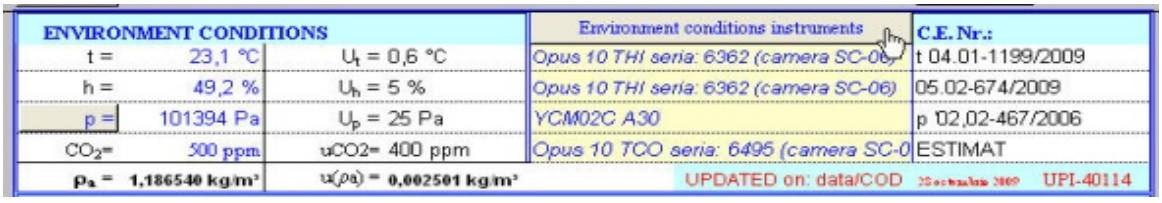


Fig. 6: Zona densității aerului
Fig. 6*: Air density area*

- Zona ETALOANE, Fig. 7, care ne dă informații cu privire la etaloanele folosite: clasă de exactitate, numărul certificatului de etalonare, date de actualizare precum şi toate informațiile necesare din certificatul de etalonare, folosite în calculul masei (valoarea masei convenționale şi 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).

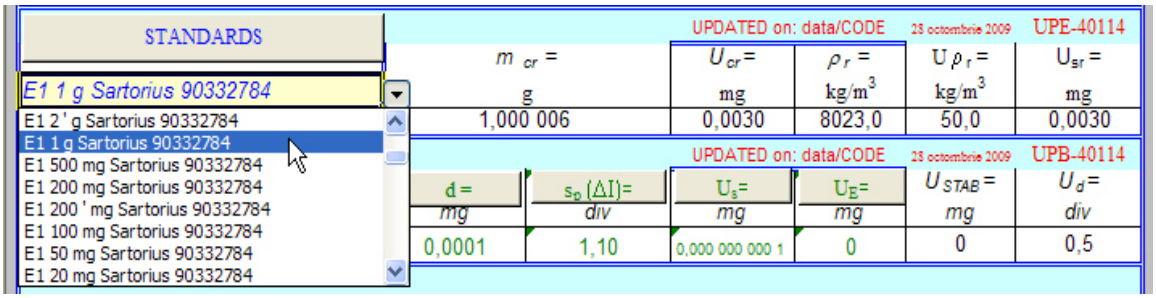


Fig. 7: Zona etaloane
***Fig. 7**: Standards area*

- 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.

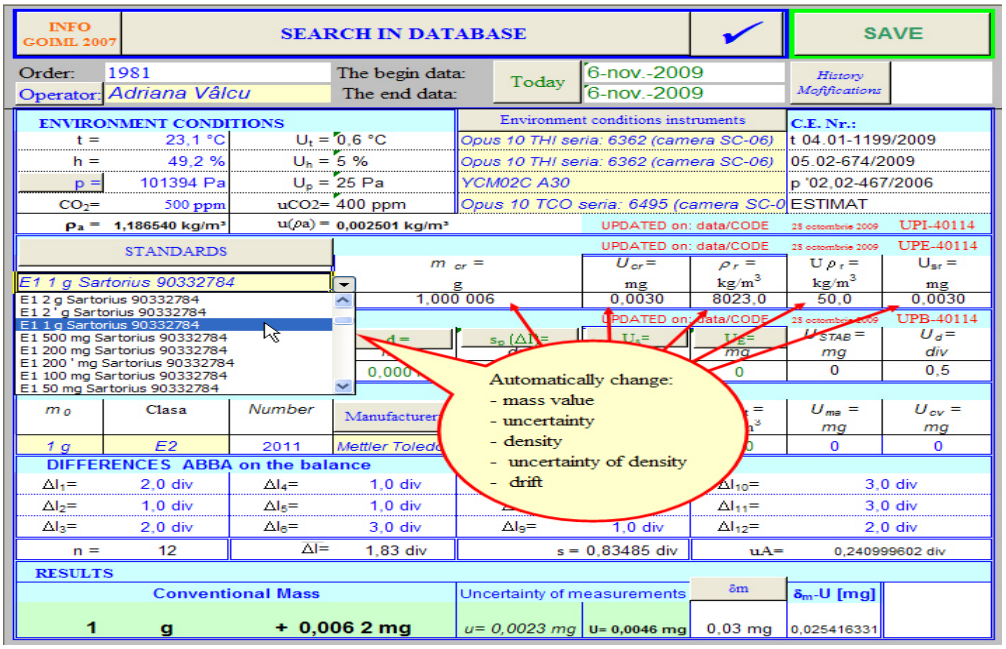


Fig. 8: Selectarea zonei de date
Fig. 8: *Selection of the data area*

- 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.

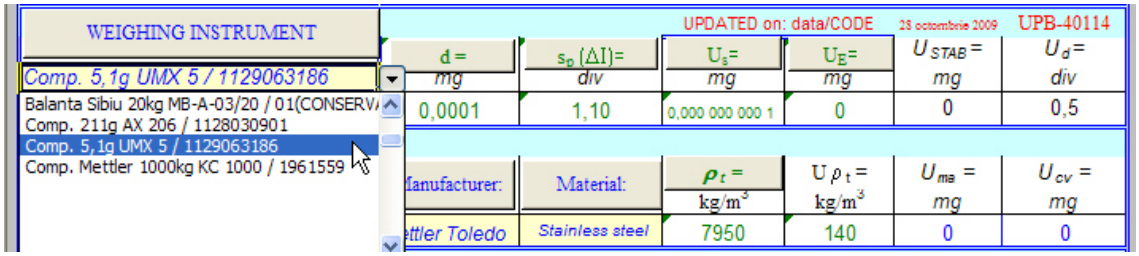


Fig. 9: Zona balanțe
***Fig. 9**: Weighing instrument area*

- 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.

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

AVERTIZĂRI: Atunci când sunt introduse accidental unele date greşite, apar avertizări vizuale, Fig. 11.

WARNINGS: Visual warnings appear, when, accidentally some wrong data are introduced, Fig. 11.

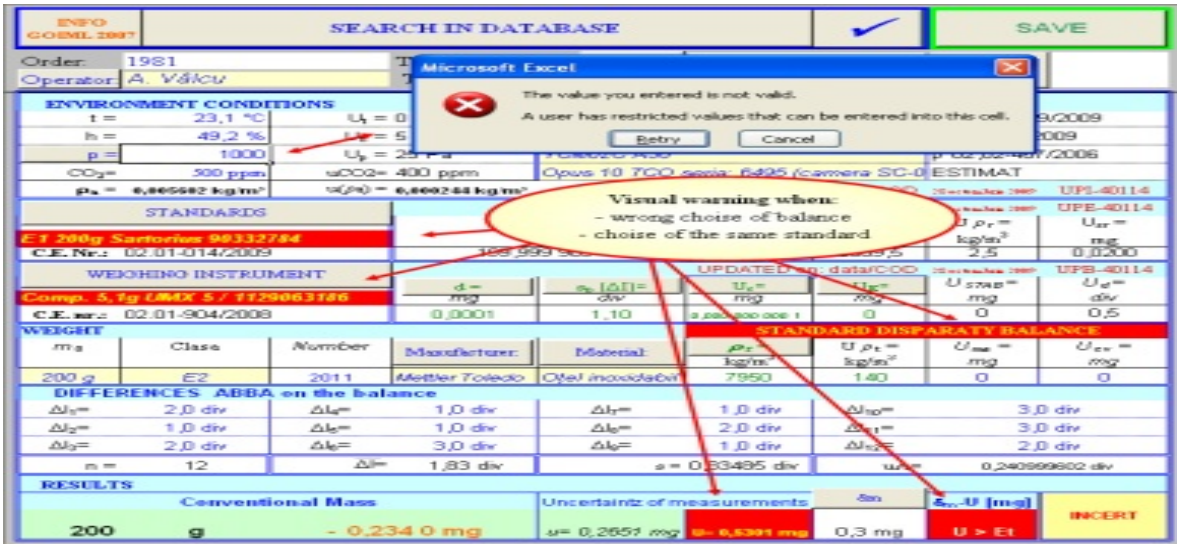
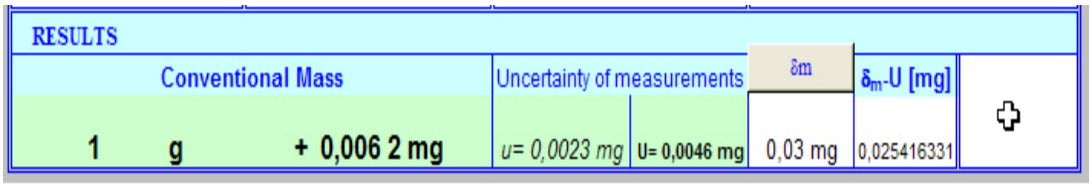


Fig. 11: Avertismente vizuale
***Fig. 11**: Visual warnings*

- 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						
Conventional 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 şi 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	Expanded uncertainties U		Distribution	Standard uncertainty $u(x_i)$	Sensitivity coefficient C_i		Uncertainty contribution $u_i=C_i*u(x_i)$ [mg]
m_{cr} g	1,000 006	U [mg] U_{sr} [mg]	0,0030 0,0030	N R	0,0015 0,002	1 1	1 1	0,001500 ***0,001732***
ρ_a [kg/m^3]	1,187	U ρ_a[kg/m^3]	0,0050	N	0,003	C ρ_a[kg/m^3]	1,145E-06	2,9E-09
ρ_t[kg/m^3]	7950,0	U ρ_t[kg/m^3]	140	N	70	C ρ_t[kg/m^3]	-2,1E-10	1,5E-08
ρ_r[kg/m^3]	8023,0	U ρ_r[kg/m^3]	50,0	N	25	C ρ_r [kg/m^3]	-2,1E-10	5,2E-09
C_l	-1,5405E-08		u_b	N	1,61E-08	m_0	1	0,000016
m_0	1	no of cycles=	12					
Δ l [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	Δl [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_{inf} [mg]	0,0000	R	0,000	1	1	0,000000
		U_{cv} [mg]	0,0000	R	0,000	1	1	0,000000
Input size Y_i	Conventional Mass 1,000 006 167 9 g				Combined standard unc.		u [mg] =	0,0023
					Expanded uncertainty(k=2)		**U [mg] =**	**0,0046**
					Maximum permissible errors		δ_m [mg]=	0,03
							δ_m-U [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 aceeaşi 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 instabilităţii (deriva) etalonului de referinţă - δm - după cum urmează:

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

- *Incertitudine asociată corecţiei forţei ascensionale a aerului,* u_b, se calculează folosind formula:

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

cu următorii coeficienţi de sensibilitate:

$$C_{\rho ai} = \frac{1}{\rho_t} - \frac{1}{\rho_r};\ C_t = (\rho_a - \rho_0) \times \frac{1}{\rho_t^2} \text{ şi } C_r = (\rho_a - \rho_0) \times \frac{1}{\rho_r^2} \quad (3)$$

- *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 obţinute din evaluările anterioare de repetabilitate a diferenţelor de masă dintre două greutăţi de aceeaşi valoare nominală, rezultând o abatere standard ponderată s_p. Dacă n este numărul de cicluri ABBA efectuate, incertitudinea de tip A se calculează astfel:

$$u_A = \frac{s_p}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

- *Incertitudine datorată sensibilităţii balanţei*

Dacă balanţa este etalonată cu o greutate (sau greutăţi) având masa m_s, cu incertitudinea u_{ms}, contribuţia la incertitudine datorată sensibilităţii este:

$$u_s^2 = \Delta m_c^2 \cdot [u_{ms}^2 / m_s^2 + u^2_{(\Delta Is)} / \Delta I_s^2] \quad (5)$$

De obicei, al doilea termen (dintre paranteze) este luat din certificatul de etalonare al balanţei (care va fi înmulţit cu diferenţa medie Δm_c dintre etalon şi piesă).

- *Incertitudine datorată rezoluţiei balanţei,* u_{rez}*, (pentru balanţele electronice*) este calculată conform formulei:

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

- *Incertitudine datorată încărcării excentrice*

Contribuţia efectului de încărcare excentrică

combined with the uncertainty due to the instability (drift) – δm - of the reference standard, as follows:

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

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

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

with the following sensitivity coefficients:

$$C_{\rho ai} = \frac{1}{\rho_t} - \frac{1}{\rho_r};\ C_t = (\rho_a - \rho_0) \times \frac{1}{\rho_t^2} \text{ and } C_r = (\rho_a - \rho_0) \times \frac{1}{\rho_r^2} \quad (3)$$

- *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:

$$u_A = \frac{s_p}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

- *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:

$$u_s^2 = \Delta m_c^2 \cdot [u_{ms}^2 / m_s^2 + u^2_{(\Delta Is)} / \Delta I_s^2] \quad (5)$$

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:

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

- *Uncertainty due to the eccentric loading*

The contribution of the eccentric loading

a balanței (comparatorului) la bugetul de incertitudine este [2]:

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

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 indicația balanței fluctuează, incertitudinea standard provenită din instabilitatea balanței u_{STAB} este estimată, luându-se în considerare semi-lărgimea variației δm_{STAB} indicațiilor de pe balanță (amplitudinea/2):

$$u_{STAB} = \frac{\delta m_{STAB}}{\sqrt{3}} \quad (8)$$

- 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]:

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

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):

$$u_{STAB} = \frac{\delta m_{STAB}}{\sqrt{3}} \quad (8)$$

- Uncertainty due to tyhe 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.

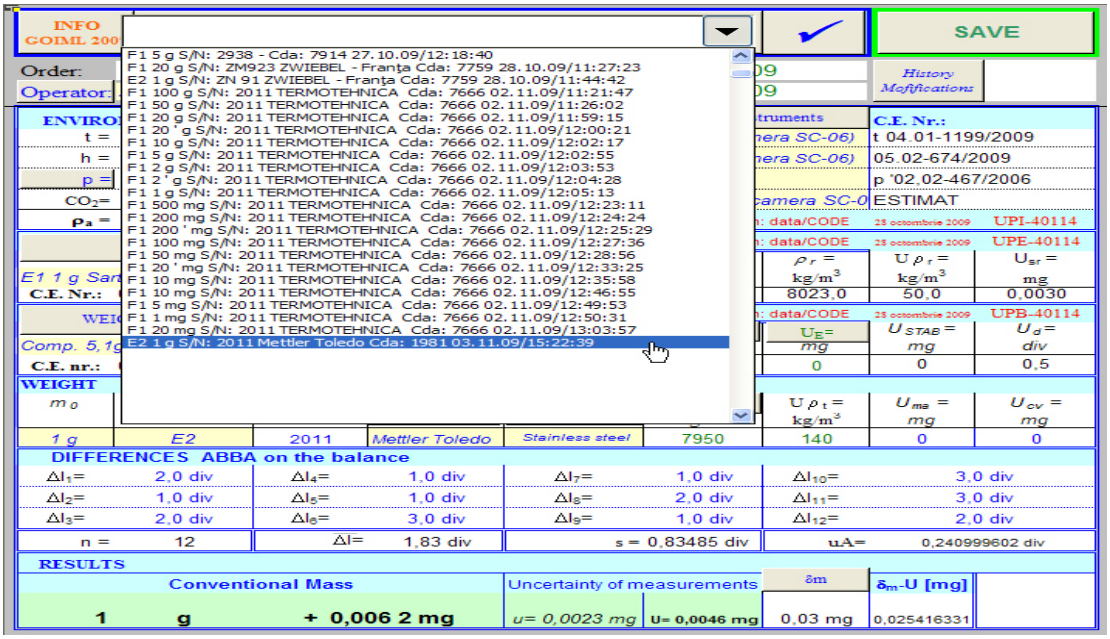


Fig. 14: Accesibilitatea la baza de date
Fig. 14: *Accessibility to the database*

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.

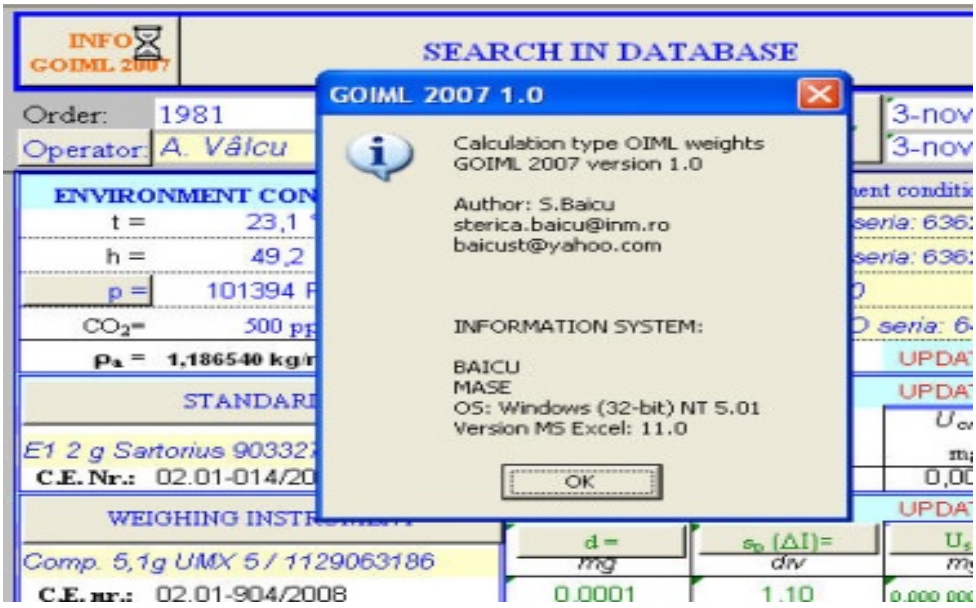
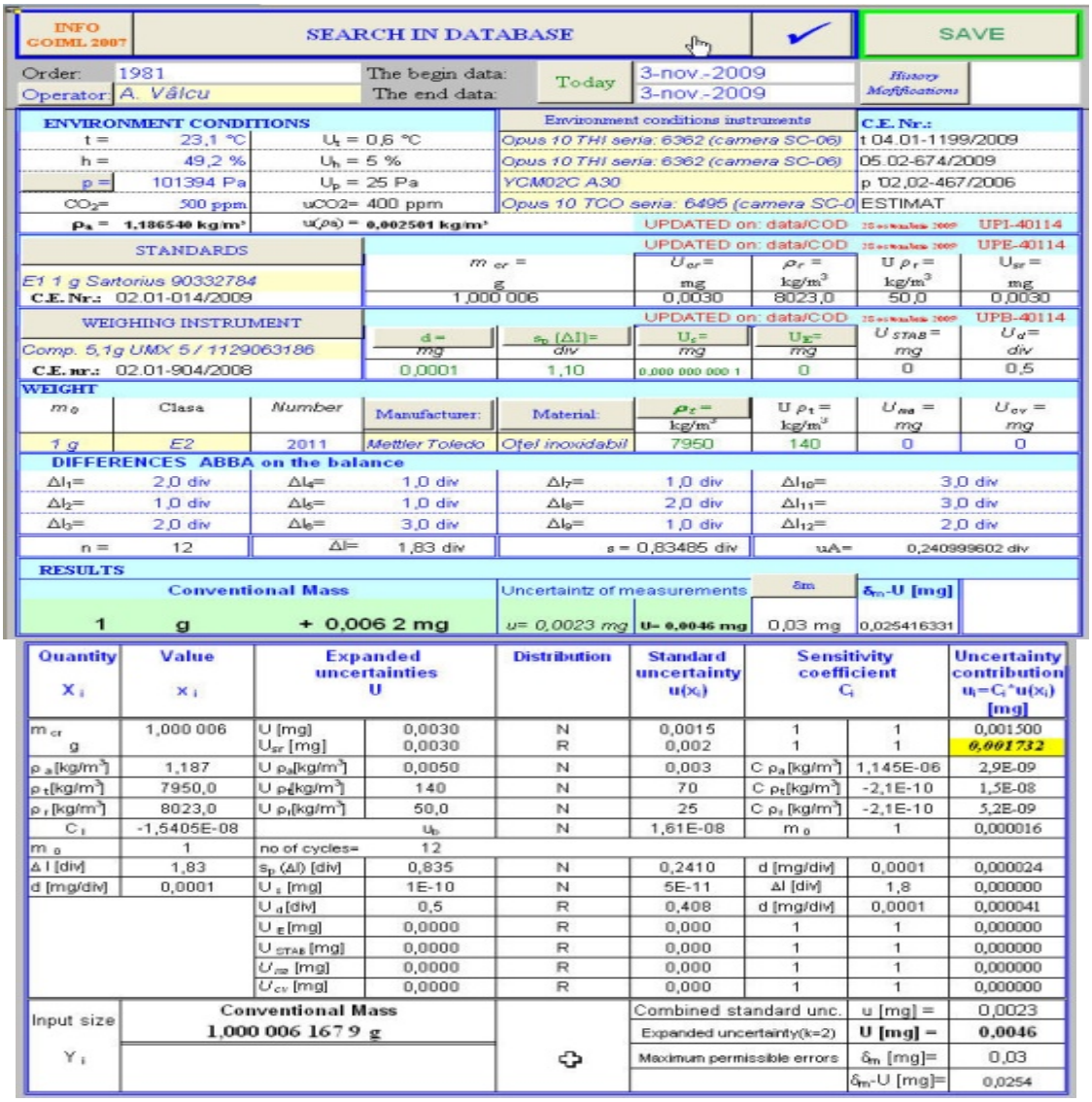


Fig. 15: Informații de sistem
Fig. 15: *System information*

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.



Quantity X_i	Value x_i	Expanded uncertainties U		Distribution	Standard uncertainty $u(x_i)$	Sensitivity coefficient C_i		Uncertainty contribution $u_i=C_i*u(x_i)$ [mg]
m_{cr} g	1,000 006	U [mg]	0,0030	N	0,0015	1	1	0,001500
		U_{sr} [mg]	0,0030	R	0,002	1	1	0,001732
ρ_a [kg/m³]	1,187	$U\ \rho_a$ [kg/m³]	0,0050	N	0,003	C ρ_a [kg/m³]	1,145E-06	2,9E-09
ρ_t [kg/m³]	7950,0	$U\ \rho_t$ [kg/m³]	140	N	70	C ρ_t [kg/m³]	-2,1E-10	1,5E-08
ρ_r [kg/m³]	8023,0	$U\ \rho_r$ [kg/m³]	50,0	N	25	C ρ_r [kg/m³]	-2,1E-10	5,2E-09
C_i	-1,5405E-08		u_b	N	1,61E-08	m_0	1	0,000016
m_0	1	no of cycles=	12					
Δ I [div]	1,83	s_p (ΔI) [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	ΔI [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_{ms} [mg]	0,0000	R	0,000	1	1	0,000000
		U_{cv} [mg]	0,0000	R	0,000	1	1	0,000000
Input size Y_i	Conventional Mass 1,000 006 167 9 g				Combined standard unc.		u [mg] =	0,0023
					Expanded uncertainty(k=2)		U [mg] =	0,0046
					Maximum permissible errors		δ_m [mg]=	0,03
							δ_m-U [mg]=	0,0254

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

3. AVANTAJELE APLICAȚIEI

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 şi limita maximă a balanței) sunt introduse;

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

- aplicația individuală UP actualizează uşor şi 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 şi rămâne neschimbată, până la următoarea actualizare.

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

4. CONCLUZII

În acest articol a fost descrisă o aplicație Excel pentru prelucrarea rezultatelor la etalonarea greutăților clasă E_1 ... 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 şi să imprime rezultatele finale obținute la etalonarea greutăților.

Pentru calculul masei şi al incertitudinii de măsurare sunt utilizate documentele de referință [2] şi [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 ştiințifică a articolului:

George Florian POPA, cercetător ştiințific 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