

REZULTATE OBTINUTE DE INM ÎN COMPARAREA CHEIE SUPPLEMENTARĂ COOMET.A-K3

Amalia POPESCU

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

Rezumat. *Articolul prezintă rezultatele obținute de Institutul Național de Metrologie (INM) la compararea regională COOMET.A-K3, realizată ca supliment la compararea cheie CCAUV.A-K3 organizată de Comitetul Consultativ al CIPM pentru Acustică, Ultrasunete și Vibrații, CCAUV. Metoda de măsurare aplicată precum și bilanțul de incertitudine sunt de asemenea descrise. Pe baza rezultatelor obținute au fost propuse pentru aprobare și publicare în baza de date BIPM opt Capabilități de Etalonare și Măsurare în domeniu.*

Cuvinte cheie: *comparare cheie, acustică, microfoane.*

Abstract. *The paper presents the results obtained by the National Institute of Metrology (INM) at the regional comparison COOMET.A-K3, performed as supplement at the key comparison CCAUV.A-K3, organised by the Consultative Committee on Acoustics, Ultrasounds and Vibration of the CIPM, CCAUV. The applied measurement method and the measurement uncertainty budget are also described. Based on the results of the supplementary key comparison, eight Calibration and Measurement Capabilities were proposed for approval and publication in the BIPM data base in the given field.*

Key words: *key comparison, acoustics, microphones.*

1. INTRODUCERE

Măsurările specifice domeniului acustic au importanță și relevanță deosebită în domeniul sănătății, siguranței muncii și al mediului. În România sunt adoptate trei Directive Europene și sunt în vigoare peste 200 de standarde care descriu metode de măsurare în domeniul acustic. Dintre acestea peste 7 standarde EN/CEI și EN/ISO documentează mijloacele de măsurare, condițiile de măsurare și incertitudinile de măsurare specifice.

În scopul susținerii și demonstrării Capabilităților de Măsurare și de Etalonare (CMC) în acest domeniu, laboratorul Acustică – Mărimi Cinematice din cadrul Institutului Național de Metrologie a participat în ultimii 5 ani la diferite proiecte comune cu institute de metrologie din EUROMET, comparații bilaterale etc.

Pentru îndeplinirea cerințelor CIPM-MRA [1] referitoare la recunoșterea și publicarea propriilor CMC-uri, a fost necesară participarea într-o comparație cheie relevantă. Ca urmare, în anul 2005 INM și-a exprimat intenția de a participa în compararea regională COOMET.A-K3, care a fost acceptată ca supliment la compararea cheie CCAUV.A-K3 organizată de CCAUV (Comitetul Consultativ Acustică Ultrasunete Vibrații) al BIPM.

În cele ce urmează sunt prezentate rezultatele obținute de INM - laboratorul Acustică.

Raportul final [2] al acestei comparații cheie suplimentare este publicat în Anexa B a KCDB (www.bipm.org).

2. COMPARAREA CHEIE SUPPLEMENTARĂ COOMET.A-K3

Compararea cheie COOMET.A-K3 este o comparare regională organizată în cadrul Organizației Regionale de Metrologie (RMO) COOMET realizată ca supliment la compararea cheie CCAUV.A-K3 organizată de CCAUV (Comitetul Consultativ Acustică Ultrasunete Vibrații) al BIPM. Institutele naționale de metrologie participante la această comparare cheie au fost GUM (Polonia), INM (România), VNIIFTRI (Rusia) și DP-NDI "Systema" (Ukraine). Laboratorul pilot al comparației cheie a fost DPLA-DFM (Denemarca).

Măsurările s-au desfășurat după protocolul tehnic al CCAUV.A-K3, într-o singură schemă având configurația de stea, condiția fiind aceea ca microfoanele să fie transportate în mâna sau prin curier specializat.

Etaloanele itinerante, 2 microfoane de tip LS2P, cât și containerul utilizat la transportul acestora, au fost puse la dispoziție de către laboratorul pilot care a și monitorizat comportarea lor în timp. Prin protocol s-a impus ca etalonarea microfoanelor să se efectueze prin tehnica reciprocității în cuploare, pe domeniul de frecvență (31,5 Hz ... 6 kHz) la interval de 1/1 octavă și între 8 kHz și 20 kHz la interval de 1/3 octavă, adițional la 31,5 kHz specificându-se faptul că orice frecvență exclusă de la etalonare va fi exclusă și din declarația sau intenția de declarație a „best measurement capability” în cadrul MRA.

Prima condiție impusă a fost aceea ca să nu se umple cuploarele cu hidrogen, sau, în cazul în care acesta se folosește, microfoanele itinerante să fie utilizate numai ca receptor. O a doua condiție a fost aceea de nu se unge suprafețele de contact dintre microfoane și cuploare. S-a cerut ca rezultatele prezentate să fie corectate la condițiile de referință din IEC 61094-2. Rezultatele obținute de fiecare laborator trebuiau raportate sub forma unui certificat pe care respectivul laborator îl furnizează clienților și însoțite de un scurt raport conținând informații privind orice modificare a modului de etalonare față de IEC 61094-2.

Inițial au circulat două microfoane. Din cauza modificării sensibilității unuia dintre ele, a fost introdus în comparație un al treilea microfon.

Condițiile de măsurare raportate de INM [2] au fost după cum urmează:

INM: The calibration was carried out with respect to Technical Protocol for key comparison COOMET.AUV.A-K3, using a primary method. The sensitivity was determined in whole octave intervals from 31.5 Hz to 6.3 kHz and in 1/3-octave intervals from 8 kHz to 20 kHz as well as 31.5 kHz.

The system used for calibration is Reciprocity Calibration System Type 9699. The microphones sensitivity is calculated using MP.EXE software developed at DTU.

The reciprocity technique is in accordance with IEC 61094-2 and use three microphones pair coupled through two air-filled plane-wave couplers (type UA 1414 and type UA 1430) with nominal length of 4.7 mm end 9.4 mm to cover the entire frequency range.

The polarization voltage during the measurements was monitored by Keithley 2000 Digital Multimeter and was measured at the port of the reciprocity calibration apparatus, instead of the terminals of the microphone.

Nominal values for the microphone cavity depth (0.50 mm), resonance frequency (22 kHz) and loss factor (1.05) declared by the manufacturer were used for the sensitivity calculation. Values for microphone equivalent and front volumes were determined by data fitting of microphone sensitivity obtained for the two couplers in the low frequency range.

No grease was applied to the contacting surfaces between the microphones and the coupler

Measurement conditions:

- Pressure interval : 99.83 - 102.34 kPa ;
- Temperature interval : 24.1 – 25.8 °C;
- Relative humidity : 23 - 31.5 % RH ;
- Polarisation voltage : 200.00 ± 0.05 V

Final sensitivity values were corrected to the reference environmental conditions given below:

- Static pressure: 101.325kPa;
- Temperature: 23.0 °C;
- Relative Humidity: 50.0 % RH

De asemenea, a fost transmisă o prezentare succintă a evaluării incertitudinii de etalonare înainte de începerea măsurărilor în cadrul intercomparării.

Bilanțul final de incertitudine raportat de INM este ilustrat în tabelul 1.

Ca și în cazul comparării CCAUV.A-K3, nu a existat o singură valoare de referință a comparării cheie suplimentare, ci una pentru fiecare frecvență asociată fiecărui etalon itinerant. Valoarea de referință a fost însoțită de incertitudinea asociată. Valorile de referință sunt sintetizate în tabelul 2.

COOMET.A- K3 LS2 Standard Microphone reciprocity calibration

Acoustics Laboratory - National Institute of Metrology, Bucharest, Romania

UNCERTAINTY BUDGET - SHORT EXPLANATIONS

In the technical documentation for "Reciprocity Calibration System Type 9699" the microphone pressure sensitivity is calculated by the equation below:

$$M_{P,n} = Cor_{R,n} + Cor_{CV} + Cor_{P_2} + Cor_{FV,n} + Cor_C + S_{ref} \text{ in dB re. } 1V/Pa$$

and

$$M_{P,n} = Cor_{R,n} + Cor_{CV} + Cor_{P_2} + Cor_{FV,n} + Cor_C + S_{list} + C_P + C_T + C_{RH} + C_L$$

the terms having the known signification.

Calculated uncertainty $\Delta M_P(f)$ from Technical Review no1/1998:

$$\Delta M_P(f)[dB] \cong \sqrt{\sum_{i=1}^N \left[\Delta Q_i \cdot \frac{dM_P(f)}{dQ_i} [dB] \right]^2}$$

where ΔQ_i are the uncertainty of input quantity (i) influencing the microphone pressure sensitivity.

$$\Delta M_P(f)[dB] = \sqrt{u^2(Cor_{R,n}) + u^2(Cor_{CV}) + u^2(Cor_{P_2}) + u^2(Cor_{FV,n}) + u^2(Cor_C) + u^2(C_P) + u^2(C_T) + u^2(C_{RH}) + u^2(C_L) + u^2(C_{UPOL})}$$

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10)

(1) Uncertainty for Voltage Ratio Correction, $u(Cor_{R,n})$

The Voltage Ratio Correction for one microphone:

$$Cor_{R,1}[dB] = (R_{12}[dB] + R_{13}[dB] - R_{23}[dB]) / 2 \quad \text{equation (4.10) from technical documentation.}$$

$$u(Cor_{R,1}) = \sqrt{\left[\frac{\partial Cor_{R,1}}{\partial R_{12}} u(R_{12}) \right]^2 + \left[\frac{\partial Cor_{R,1}}{\partial R_{13}} u(R_{13}) \right]^2 + \left[\frac{\partial Cor_{R,1}}{\partial R_{23}} u(R_{23}) \right]^2}$$

$$\frac{\partial Cor_{R,1}}{\partial R_{12}} u(R_{12}) = \frac{1}{2} u(R_{12}) \quad ; \quad \frac{\partial Cor_{R,1}}{\partial R_{13}} u(R_{13}) = \frac{1}{2} u(R_{13}) \quad ; \quad \frac{\partial Cor_{R,1}}{\partial R_{23}} u(R_{23}) = -\frac{1}{2} u(R_{23})$$

$$u(Cor_{R,1}) = \sqrt{\frac{u^2(R_{12}) + u^2(R_{13}) + u^2(R_{23})}{4}}$$

using the approximation $u(R_{12}) = u(R_{13}) = u(R_{23}) = u(R)$

$$u(Cor_{R,1}) = \frac{\sqrt{3}}{2} u(R)$$

$u(R)$ is evaluated as type A uncertainty and it is experimental standard deviation of the mean \bar{R}

$$u(R) = S(\bar{R}) \quad \text{is obtained from the experimental data.}$$

(2) Uncertainty for Coupler Volume Correction, $u(Cor_{CV})$

is given by:

$$Cor_{CV} = 10 \log \left(\frac{2 \cdot V_{mic}[nom] + V_{coup}}{2 \cdot V_{mic}[nom] + V_{coup}[nom]} \right) \quad \text{equation (4.13) from technical documentation.}$$

where:

- $V_{mic}[nom]$: sum of nominal front cavity volume and nominal equivalent volume of diaphragm
- $V_{coup}[nom]$: nominal cavity volume of the applied coupler
- V_{coup} : cavity volume of the individually applied coupler

The coupler volume uncertainty is:

$$u(Cor_{CV}) = \frac{\partial Cor_{CV}}{\partial V_{coup}} u(V_{coup}) \quad \text{where } u(V_{coup}) \text{ is the uncertainty of coupler volume.}$$

$$u(Cor_{CV}) = 10 \left(\frac{\frac{1}{\frac{2 V_{mic}[nom] + V_{coup}[nom]}{2 V_{mic}[nom] + V_{coup}} \ln 10}}{\frac{2 V_{mic}[nom] + V_{coup}}{2 V_{mic}[nom] + V_{coup}[nom]}} \right) u(V_{coup}) = \frac{10}{\ln 10} \left(\frac{1}{2 V_{mic}[nom] + V_{coup}} \right) u(V_{coupler})$$

(3) Uncertainty for Static Pressure Correction, $u(Cor_{Ps})$

Static Pressure Correction se determină cu relația: $Cor_{Ps} = 10 \log \left(\frac{P_{s,nom}}{P_s} \right)$ [dB]; $P_{s,nom} = 101.325$ kPa

$$u(Cor_{Ps}) = \frac{\partial Cor_{Ps}}{\partial P_s} u(P_s), \quad \text{where } u(P_s) \text{ is the measurement uncertainty of the static pressure}$$

$$u(Cor_{Ps}) = \frac{10}{\ln 10} \cdot \frac{u(P_s)}{P_s}$$

The static pressure is measured with a barometer with the permissible error of 0.1 kPa specified in technical documentation; rectangular distribution:

$$u(Cor_{Ps}) = \frac{10}{\ln 10} \cdot \frac{0.1}{\sqrt{3} \cdot 101.325} = 0.0025 \text{ dB}$$

(4) Uncertainty for Front Volume Correction for microphone, $u(Cor_{FV,n})$

$$u(Cor_{FV,n}) = \frac{\partial Cor_{FV,n}}{\partial V_F} u(V_F)$$

From the informations purchased by the producer for LS2P Microphone type 4180, is estimated as $u(V_F) = \text{mm}^3$.

$$u(C_{Cor_{FV,n}}) = \frac{10}{\ln 10} \cdot \frac{u(V_F)}{V_{total,micr}} = \frac{10}{\ln 10} \cdot \frac{0.1}{34+9.2} = 0.01 \text{ dB}$$

(5) Uncertainty Capacitance Correction, $u(Cor_C)$

The capacitance correction, expressed in dB, is given by

$$Cor_C = 10 \log \left(\frac{C_{nom}}{C} \right) \text{ where } C_{nom} = 4.7 \text{ nF and } C \text{ is the capacitance of reference capacitor in Trans}$$

Unit: the value of this, given in calibration chart, is 4.635 nF.

The capacitance correction uncertainty is

$$u(Cor_C) = \frac{\partial Cor_C}{\partial C} u(C)$$

where $u(C)$ is the uncertainty of C which is given by the producer at 95% : $U = 0.05\%$, $k = 2$

$$u(C) = 0.025\% = 0.00115875 \text{ nF}$$

$$u(Cor_C) = \frac{10}{\ln 10} \cdot \frac{u(C)}{C} = 0.0011 \text{ dB}$$

(6) Uncertainty with Static Pressure, $u(C_P)$

Reference sensitivity correction with static pressure is given by:

$C_P = \alpha_P (P_s - 101.325 \text{ kPa})$, where α_P is pressure coefficient in [dB/kPa]; given as a function of frequency in tables 5.14-5.15 (coupler UA 1414+LS2P 4180) and the tables 5.16-5.17 (coupler UA 1430+LS2P 41

$$u[C_P(f)] = \frac{\partial C_P}{\partial P_s} u(P_s) = \alpha_P(f) \cdot u(P_s)$$

$u(P_s) = 0.1 \text{ kPa}$ same as (3) paragraph.

(7) Uncertainty with Temperature, $u(C_T)$

$C_T = \beta_T (t_{coupl} - 23^\circ \text{C})$, where β_T is the microphone temperature coefficient [dB/°C] taken from the same tables as α_P from (6) paragraph.

$$u(C_T(f)) = \frac{\partial C_T}{\partial t_{coupl}} u(t) = \beta_T(f) \cdot u(t), \text{ where } u(t) = 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

(8) Uncertainty with Relativ Humidity, $u(C_{RH})$

$C_{RH} = \gamma_{RH} (H_{coupl} - 50\%)$, where γ_{RH} is humidity coefficient [dB/10%RH], taken from the same tables as α_P and β_T .

$$u(C_{RH}(f)) = \frac{\partial C_{RH}}{\partial H_{coupl}} u(H) = \gamma_{RH}(f) \cdot u(H)$$

$u(H) = 10\%$

(9) Uncertainty of Microphone Front Cavity Length, $u(C_L)$

$C_L(f) = \delta_L \cdot (L_F - L_{F,nom}) \cdot 10 \cdot u(L_F)$, where δ_L is Length coefficient [dB/0.1 mm] we can obtain, from the same tables, function of frequency.

$$u[C_L(f)] = \frac{\partial C_L(f)}{\partial L_F} u(L_F) = \delta_L \cdot 10 \cdot u(L_F)$$

$u(L_F) = 0.01 \text{ mm}$

$$u[C_L(f)] = \delta_L \cdot 10 \cdot 0.01$$

(10) Uncertainty of Polarisation Voltage $u(C_{UPOL})$

$$u(C_{POL}) = u(U_{POL})$$

$$u(U_{POL}) = 0.05 \text{ V} \rightarrow 0.025\%$$

$$u(C_{POL}) = 20 \log(1 + 0.025/100) = 0.0022 \text{ dB; Normal distribution}$$

Tabelul 1. Bilanțul de incertitudine raportat de INM România

COOMET.A-K3 LS2 Standard Microphone Reciprocity Calibration

Uncertainty components

Input Parameter; Symbol	Unit	Nomin. Val.	Uncertainty				Standard Uncertainty (dB)														
			Unit	Type A	Type B	Distr.	Frecveny (kHz)														
							0.031	0.063	0.125	0.250	0.500	1 k	2 k	4 k	6,3 k	8 k	10 k	12,5 k	16 k	20 k	
Voltage Ratio Correction, Cor_{R_s}	dB	exp. data	dB	S(R)	0.0014	norm	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0012	0.0011	0.0011	0.0012	0.0012	0.0014	0.0016	0.0019
Pol. Voltage, C_{Poc}	V	200	%		0.025	norm	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022
Couplor Volume Correction, Cor_{CV}	mm ³	638.53	mm ³		0.2	norm	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012
Static Pressure Correction, Cor_{Ps}	kPa	319.27	mm ³		0.15	norm	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016
Static Pressure Correction, Cor_{Ps}	kPa	101.325	kPa		0.1	norm	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Front Volume Correction for microphone, Cor_{FVA}	mm ³	34	mm ³		0.1	norm	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101
Capacitance Correction, Cor_C	nF	4.635	%		0.025	norm	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011
Static pressure Correction, C_P	kPa	101.325	kPa		0.1	norm	0.0006	0.0010	0.0012	0.0014	0.0016	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0015	0.0013	0.0010	0.0004	0.0003	0.0004
Temperature Correction, C_T	°C	23	°C		0.5	norm	0.0004	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0005	0.0015	0.0019	0.0031	0.0052	0.0088	0.0158	
Humidity Correction, C_{RH}	%	50	%		10	norm	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0007	0.0009	0.0010	0.0014	0.0012	0.0029	0.0048	
Reproductibility, M_p	dB						0.0250	0.0250	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0400	0.0600
Result Rounding, M_p	dB						0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
Combined Standard Uncertainty							0.027	0.027	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.042	0.063
Expanded Standard Uncertainty (k=2)							0.055	0.055	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.085	0.126

Tabelul 2. Valori de referință ale comparației
sensibilități M_p în dB re 1V/Pa și incertitudini de măsurare u ($k = 2$) în dB.
Microfonul 1503926A corespunde microfonului 1503926 înainte de schimbarea de sensibilitate,
și microfonul 1503926B după schimbare

Freq. (Hz)	4180.1503926A		4180.1503926B		4180.1503933		4180.1526170	
	$M_p u$	$k=2$	$M_p u$	$k=2$	$M_p u$	$k=2$	$M_p U$	$k=2$
31.5	-38.869	0.051	-38.798	0.051	-38.910	0.051	-38.797	0.051
63	-38.888	0.026	-38.819	0.026	-38.932	0.026	-38.824	0.026
125	-38.903	0.020	-38.837	0.020	38.948	0.020	-38.840	0.020
250	-38.914	0.020	-38.848	0.020	-38.957	0.020	-38.852	0.020
500	-38.921	0.020	-38.856	0.020	-38.963	0.020	-38.859	0.020
1000	-38.921	0.020	-38.857	0.020	-38.960	0.020	-38.862	0.020
2000	-38.893	0.020	-38.830	0.020	-38.929	0.020	-38.839	0.020
4000	-38.769	0.020	-38.708	0.020	-38.800	0.020	-38.735	0.020
6300	-38.536	0.020	-38.479	0.020	-38.560	0.020	-38.543	0.020
8000	-38.317	0.021	-38.263	0.021	-38.335	0.021	-38.369	0.021
10000	-38.055	0.022	-38.013	0.022	-38.060	0.022	-38.172	0.022
12500	-37.812	0.028	-37.787	0.028	-37.807	0.028	-38.031	0.028
16000	-37.967	0.035	-37.970	0.035	-37.959	0.035	-38.306	0.035
20000	-39.172	0.054	-39.210	0.054	-39.200	0.054	-39.537	0.054
25000	-41.580	0.093	-41.591	0.093	-41.680	0.093	-41.838	0.093
31500	-44.545	0.161	-44.549	0.161	-44.732	0.161	-44.720	0.161

Gradele de echivalență pentru fiecare laborator participant sunt descrise în figura 1.

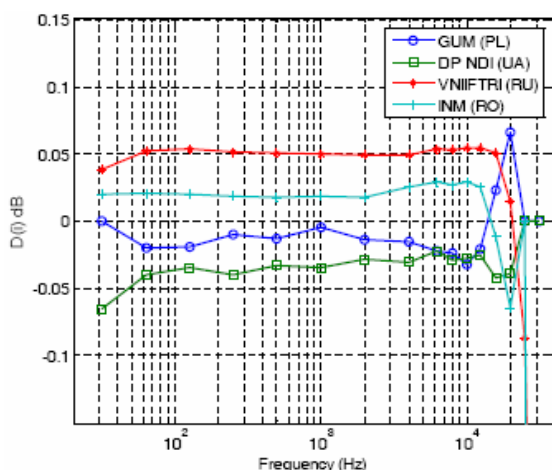


Fig. 1. Gradul de echivalență determinat pentru cele patru institute naționale de metrologie participante.

În tabelele 3 și 4 sunt prezentate numeric aceste grade de echivalență ca funcție de frecvență: abateri, exprimate în dB și, respectiv, incertitudini, $k=2$ exprimate în dB.

Legătura acestei comparații suplimentare COOMET.A-K3 cu compararea cheie CCAUV.A-K3 este prezentată în figura 2:

Tabelul 3. Grade de echivalență pentru fiecare laborator ca funcție de frecvență: abateri, dB

Frequency (Hz)	DPLA	GUM	DP NDI	VNIIFTRI	INM
31,5	-0.005		-0.065	0.038	0.020
63	-0.002	-0.020	-0.040	0.052	0.021
125	-0.003	-0.019	-0.034	0.054	0.020
250	-0.004	-0.010	-0.040	0.052	0.018
500	-0.004	-0.013	-0.033	0.051	0.017
1000	-0.004	-0.004	-0.034	0.050	0.018
2000	-0.003	-0.014	-0.029	0.049	0.018
4000	-0.003	-0.016	-0.031	0.049	0.025
6300	0.001	-0.022	-0.022	0.053	0.029
8000	-0.002	-0.024	-0.029	0.053	0.027
10000	-0.003	-0.033	-0.028	0.055	0.029
12500	0.000	-0.020	-0.025	0.055	0.025
16000	0.010	0.023	-0.042	0.050	-0.011
20000	0.015	0.066	-0.039	0.015	-0.064
25000	-0.002	---	---	-0.087	---
31500	0.172	---	---	-0.498	-1.259

3. CONCLUZII

Rezultatele comparației au fost satisfăcătoare. Ca urmare, Laboratorul Acustică al INM România a înaintat și susținut în fața Comitetului Tehnic EURAMET, TCAUV, pentru analiză și aprobare, 8 CMCs-uri. La ultima întrunire a CCAUV care a avut loc la BIPM în prima decadă a lunii octombrie a acestui an s-a comunicat faptul că cele 8 CMCs-

uri depuse de INM-România au trecut prin etape succesive de analiză și au fost aprobate, urmând a fi publicate până la finele anului în baza de date a BIPM (KCDB Anexa C).

Tabelul 4. Grade de echivalență pentru fiecare laborator ca funcție de frecvență: incertitudini, $k=2$, dB

Frequency (Hz)	DPLA	GUM	DP NDI	VNIIFTRI	INM
31,5	0.069		0.092	0.130	0.061
63	0.033	0.051	0.077	0.065	0.053
125	0.024	0.049	0.067	0.039	0.044
250	0.025	0.049	0.067	0.039	0.044
500	0.025	0.049	0.058	0.039	0.044
1000	0.025	0.049	0.058	0.039	0.044
2000	0.025	0.049	0.058	0.039	0.044
4000	0.025	0.049	0.058	0.039	0.044
6300	0.024	0.049	0.058	0.039	0.044
8000	0.024	0.058	0.067	0.047	0.044
10000	0.023	0.067	0.076	0.056	0.045
12500	0.031	0.077	0.086	0.083	0.047
16000	0.040	0.088	0.132	0.119	0.081
20000	0.065	0.163	0.190	0.166	0.120
25000	0.116	---	---	0.286	---
31500	0.132	---	---	0.869	0.236

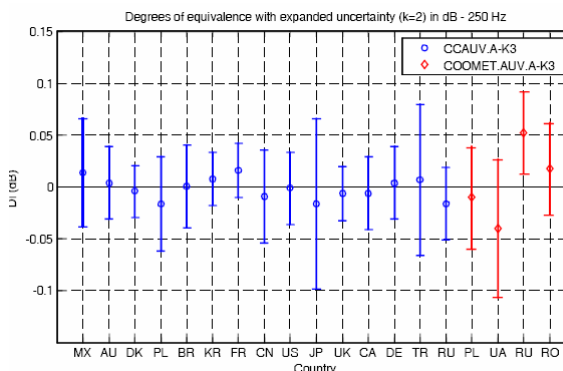


Fig. 2. Gradele de echivalență ale laboratoarelor participante în COOMET.A-K3 cu laboratoarele participante în CCAUV.A-K3

BIBLIOGRAFIE

- [1] www.bipm.org,
- [2] Salvador Barrera-Figueroa, Lars Nielsen, Knud Rasmussen, Report on the Regional Comparison COOMET.AUV.A-K3

Revizia științifică a articolului:

Mirella BUZOIANU, doctor inginer, cercetător științific principal I, Director științific al Institutului Național de Metrologie, e-mail: mirella.buzoianu@inm.ro.

Despre autor:

Amalia POPESCU absolventă a Universității din București, Facultatea de Fizică, doctor inginer, cercetător științific principal II la Institutului Național de Metrologie, Laboratorul de Acustică-Mărimi cinemactice, membru al CT CEI 29 Electroacoustics, e-mail: amalia.popescu@inm.ro