

TRASABILITATEA ÎN MĂSURĂRILE DE CONCENTRAȚIE DE ALCOOL ÎN AERUL EXPIRAT

Mirela ANGHEL*)

Rezumat : Scopul acestui articol este de a furniza rezultatele obținute de către specialiști de la Institutul Național de Metrologie în încercarea lor de a asigura trasabilitatea concentrației de alcool etilic în România. Parametrii cheie ai calității sunt dați de incertitudinile asociate valorilor certificate și încrederea în incertitudinea estimată. Bugetele de incertitudine sunt calculate folosind standardele ISO [1,2]. Măsurările de alcool etilic din aerul alveolar expirat sunt prezentate în acest articol împreună cu incertitudinea extinsă, U , folosind un factor de acoperire $k=2$, care este dat pentru intervalul de valori desemnat cu o probabilitate de 95 %.

Abstract : The aim of this article is to provide results obtained by specialists from the National Institute of Metrology (INM) in their attempt to assure traceability of breath alcohol concentration in Romania. The key quality parameters are the uncertainties associated with the certified values and the reliability of the uncertainty estimate. The uncertainty budgets were calculated using the ISO approach [1,2]. Breath alcohol measurements are presented in this article together with the expanded uncertainty, U , using a coverage factor $k=2$ which gives a degree of confidence of approximately 95 %.

Cuvinte cheie: trasabilitate, materiale de referință, concentrația de alcool etilic în aerul alveolar expirat, metrologie.

Key words : traceability, reference materials, breath alcohol concentration, metrology.

I INTRODUCERE

Încă de la înființarea sa, Institutul Național de Metrologie (INM) și-a propus ca scop diseminarea unităților de măsură, de la etaloanele primare la etaloanele de ordin de exactitate inferior.

Această sarcină este mai mult sau mai ușor de realizat, în funcție de dotarea materială a laboratoarelor angrenate în activitatea de cercetare cât și de mărimile racordate la schemele de diseminare a unităților de măsură.

Laboratorul Concentrație de Gaze din cadrul INM ca și alte laboratoare de specialitate cu activitate în domeniul măsurilor concentrației gaze au preparat amestecuri etalonde gaze/vapori prin diverse metode (gravimetrică, volumetrică, manometrică) și au urmărit în timp stabilitatea acestor etaloane cu compoziții diferite, plecând de la nivelul câtorva părți pe milion (ppm) la procente volumetrice (% vol).

Prepararea și asigurarea stabilității în timp a etaloanelor de vapori de alcool etilic, în vederea asigurării trasabilității unității de măsură specifice la mijloacele de măsurare a concentrației de alcool etilic din aerul alveolar expirat este un proces destul de complicat și necesită instalații și sisteme de măsurare de ultimă oră. Această sarcină a constituit o provocare pentru cercetătorii laboratorului Concentrație Gaze INM, care, împreună cu specialiștii din domeniu, atât din sectorul privat cât și cel guvernamental, au făcut primii pași în asigurarea diseminării unității de măsură milligram de alcool etilic la litru de aer expirat (mg/L).

* Institutul Național de Metrologie, Șos. Vitan-Bârzesti nr. 11, cod 042122, sector 4, București,
tel: (+4021) 334 48 30; 334 50 60, fax: (+4021) 334 53 45; 334 55 33, e-mail: office@inm.ro

Mijloacele de măsurare utilizate în timpul experimentelor:

- analizoare de alcool etilic din aerul alveolar expirat, tip Alcotest 7110 MK III RO, fabricație Dräger AG & Co KGaA Germania;
- standul de încercări - sistem simulator compus din 2 simulatoare, tip MARK II, fabricație Dräger Germania.

II DESCRIEREA MIJLOACELOR DE MĂSURARE

A) Etilometre

Etilometrele sunt mijloace de măsurare destinate măsurării concentrației de alcool etilic din aerul alveolar expirat, rezultatele obținute putând fi utilizate ca probe în instanțe. Ele îndeplinesc condițiile tehnico-funcționale impuse de Recomandarea Internațională OIML nr. R 126 "Evidential breath analysers", respectiv NML 012-05 "Etilometre".

Toate testele metrologice din cadrul acestui proiect au fost efectuate cu etilometrul tip Alcotest 7110 MK III RO, fabricație Dräger AG & Co KGaA Germania, pus la dispoziția INM de către firma Dräger Safety România S.R.L. Analizorul a fost calibrat și etalonat de către Physikalisch-Technischen Bundesanstalt din Braunschweig, Germania și a fost omologat pentru piața românească.

Etilometrul tip ALCOTEST 7110 MK III RO măsoară, în principal, concentrația de alcool prin analiza aerului alveolar expirat, utilizând fenomenul de absorbție a radiațiilor infraroșii într-un domeniu centrat pe valoarea 9,5 μm . Alegerea acestei lungimi de undă permite evitarea interferenței cu alte gaze sau vapori cum ar fi: vapori de apă, acetonă, dioxid de carbon, hidrocarburi, solvenți etc.

Ca principiu de măsurare, analizorul Alcotest 7110 MK III, fabricație Dräger Germania, combină două tehnologii pentru determinarea alcoolului din aerul expirat: un senzor bazat pe principiul detecției prin absorbția radiațiilor infraroșii, de lungime de undă specifică moleculelor de alcool etilic și un senzor electrochimic. Etanolul prezintă două benzi de absorbție: prima – centrată pe lungimea de undă 3,4 μm corespunzătoare legăturii C-H și a doua – centrată pe lungimea de undă 9,5 μm corespunzătoare vibrației legăturii C-O. Alcotest 7110 MK III măsoară absorbția etanolului într-o bandă de 1 μm lățime, centrată pe lungimea de undă 9,5 μm . Alegerea acestei lungimi de undă se datorează faptului că în acest domeniu diferențele între molecule sunt mult mai pronunțate decât în domeniul centrat pe 3,4 μm . De exemplu, influența pe care o are substanța interferentă-acetona, la lungimea de undă 9,5 μm este de 5 ori mai mică decât influența pe care o are în banda de 3,4 μm . Suplimentar, majoritatea hidrocarburilor nu sunt prezente în această bandă de absorbție. Detectorul de radiație funcționează pe baza efectului piroelectric cu zgomot foarte redus și sensibilitate ridicată ($2 \cdot 10^8 \text{ cm} \cdot \text{Hz}^{1/2} \cdot \text{W}$) și este echipat cu filtru infraroșu (IR).

Constructiv, aparatul este compus dintr-un ansamblu electronic cu dispozitiv de afișare și imprimare, o celulă de absorbție în infraroșu, o celulă electrochimică și un circuit de captare, vehiculare și condiționare a fluidului (aerul expirat), toate dispuse într-o carcasă, amplasată într-o cutie de transport.

Aparatul poate fi utilizat atât ca aparat staționar, alimentat de la rețea, cât și ca aparat portabil, alimentat de la bateria unui autovehicul. Ansamblul electronic are în structură un microprocesor și memorii EPROM, care asigură prelucrarea semnalului provenit de la celula de măsurare, realizează gestiunea alimentării electrice a circuitelor etilometrului, a dispozitivului de afișare de tip LCD (40 caractere alfanumerice) și a imprimantei matriciale încorporate. Programul software specific acestui aparat este rezident în memoria "Flash-EPROM" încorporată. Aparatul este prevăzut cu un conector pentru o tastatură (standard PC-AT), un conector RS 232 pentru

comunicație serială și un conector pentru cheile hard care asigură protecția pe mai multe niveluri de securitate (nivel utilizator, administrator și service). Tastatura este necesară pentru comenzile asociate modulului de funcționare ”control”, dar poate fi utilizată și în modul de funcționare ”normal”, pentru introducerea unor date de identificare.

Celula de absorbție în infraroșu cu reflexii multiple conține o sursă IR și un detector de tip fotoelectric. Reflexia se realizează prin intermediul a două oglinzi, în centrul cărora se află dispuse sursa și detectorul (precedat de un filtru optic). Celula de măsurare este încălzită la 40 °C, pentru a se evita condensarea vaporilor de apă.

Circuitul de captare și vehiculare a fluidului are în principal, următoarele componente: un furtun de prelevare (1,1 m), executat dintr-un material flexibil și termostatat la 40 °C, un filtru pentru particule solide, o pompă de prelevare, un senzor de debit și un termostat la 40 °C, un filtru pentru particule solide, o pompă de prelevare, un senzor de debit și un senzor de presiune, pentru controlul debitului aerului expirat.

Unitățile de măsură pentru concentrația de alcool etilic utilizate în mediile științifice și în activitatea practică sunt: mg/L; μg/L; μg/100 mL; μg %; g/210 L și $\frac{0}{100}$.

Condițiile de mediu necesare funcționării corecte sunt : temperatura de lucru (0...40) °C; timp de încălzire : sub 15 min la temperatura camerei și tensiunea nominală de alimentare; alimentare cu energie electrică: sursă exterioară de curent alternativ; capabilități de comunicație: operare cu un calculator compatibil IBM; modem și comunicație serială RS 232; ciclul de măsurare: unul sau 2 teste; introducerea datelor pentru subiect și operator: numai pentru operator, pentru operator și subiect; alte intrări la cerere: societate, carnet de conducere etc.

B) Stand de încercări

Standul de încercări este compus din 2 sisteme simulatoare, tip MARK II, fabricație Dräger Germania, înseriate, în scopul efectuării unui număr cât mai mare de măsurări. Dacă este folosit în cascadă cu alte două sau trei dispozitive similare, se poate obține la ieșire un amestec etalon de alcool etilic în aer, cu umiditate și temperatură bine controlate și cu o stabilitate foarte ridicată. Acest tip de stand respectă recomandările standardelor **OIML R 126** ”Evidential Breath Analysers”, respectiv **DIN VDE 0405** ”Determination of Breath Alcohol Concentration”.

Simulatorul **MARK II** este format din următoarele părți componente : racord de intrare, termometru, recipient de sticlă, tub de imersiune (în legătură cu racordul de intrare), termostat, dispozitiv de omogenizare a soluției de etanol în apă, sistem de încălzire, racord de ieșire, comutator de pornire / oprire.

Cu ajutorul soluției etalon certificată se pot efectua un număr de aproximativ 30 de operații de transmitere a unității de măsură. În cazul în care se vor utiliza două sau trei simulatoare MARK II legate în cascadă, numărul de operații de calibrare / verificare va fi de aproximativ 100.

III CALCULUL TEORETIC AL CONCENTRAȚIEI SOLUȚIEI DE ALCOOL ETILIC DIN AERUL ALVEOLAR EXPIRAT

Generarea unui amestec de vapori de alcool etilic în aer se bazează pe legea Henry și se obține prin introducerea unei cantități controlate de alcool etilic, de puritate cunoscută, într-un volum determinat de soluție apoasă. Concentrația masică alcoolului din soluție, C_{H_2O} , va determina, la echilibru, o valoare proporțională de alcool în stare de vapori, prin barbotarea prin sistem a unui debit constant de aer.

În conformitate cu legea lui Dubovvski, relația între concentrația masică de alcool în soluție și concentrația vaporilor de alcool în aer la temperatura de 34 °C este

$$C_{\text{aer}} = 0,041\,445 \times 10^{-3} C_{\text{H}_2\text{O}} x e^{0,065 \cdot 83 \cdot t}$$

unde:

C_{aer} este concentrația amestecului de vapori de alcool etilic în aer;

t este temperatura soluției, exprimată în $^{\circ}\text{C}$;

pentru $t = 34 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $C_{\text{air}} = 0,388\,66 \times 10^{-3} C_{\text{H}_2\text{O}}$

Sistemul de generare a concentrației de alcool în aer trebuie să fie menținut la o temperatură constantă de $34 \text{ }^{\circ}\text{C}$, cu o eroare tolerată de $\pm 0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Cantitatea de etanol, exprimat în mL, ce trebuie introdus într-un litru de apă, care trebuie utilizată pentru a genera amestecuri etalon de alcool etilic în aerul alveolar, este dată de relația

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = C_{\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}} (\text{g}) / \rho_{\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}}, \quad (\text{mL})$$

unde :

$C_{\text{H}_2\text{O}}$ – cantitatea de etanol în soluție, mL;

$\rho_{\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}}$ - 0,789, g / mL;

$C_{\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}}$ - cantitatea de etanol, de puritate 99,8 %, cod K 22707783 608, lot 200-578-6, fabricație Merck,.

În tabelul următor sunt prezentate concentrațiile de alcool etilic, exprimate atât în ‰, cât și în mg/L, care s-au preparat prin introducerea unor cantități de alcool corespunzătoare, exprimate în g, respectiv mL.

Tabelul 1 - Concentrațiile teoretice de alcool etilic în aer, conform formulei Dubovski

Nr. crt	$V_{\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}}$, mL	$m_{\text{H}_2\text{O}}$, g	C_{aer} , ‰	C_{aer} , mg/L
1	0,31	0,245	0,2	0,095 2
2	0,62	0,490	0,4	0,190 5
3	0,93	0,735	0,6	0,285 7
4	1,24	0,980	0,8	0,381 0
5	1,56	1,225	1,0	0,476 2
6	2,33	1,838	1,5	0,714 3
7	3,12	2,450	2,0	0,952 4
8	3,90	3,063	2,5	1,190 5
9	4,68	3,676	3,0	1,428 6

unde:

$V_{\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}}$, mL - cantitatea de etanol de puritate, exprimată în mL, introdusă pentru prepararea amestecurilor ;

$m_{\text{H}_2\text{O}}$, g - cantitatea de etanol de puritate, exprimată în g, corespunzătoare volumului de etanol utilizat, introdusă pentru prepararea amestecurilor ;

C_{aer} , ‰, mg/L - concentrația de alcool etilic în aer, exprimată în ‰, mg/L; calculată conform formulei Dubovski.

În vederea preparării și analizei concentrațiilor de alcool etilic în aer, prezentate în tabelul 1, au fost utilizate următoarele mijloace de măsurare:

- **Alcool etilic** de puritate 99,8 %, fabricație Merck, cod K 22707783 608, lot 200-578-6;
- **Etilometrul 7110 MK III**, seria ARNC-0145, fabricație Drager – Germania, cu Certificat de etalonare nr. 0347, emis de EDN (Eichdurection Nord- Biroul de Metrologie Legală al Landului Schleswig-Holstein și al orașului Hamburg), organism autorizat de Physikalisch

- Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig, cu trasabilitate asigurată la PTB – Germania
- **Etilometrul 7110 MK III Evidential RO**, seria ARND-0145, fabricație Drager – Germania, cu Certificat de verificare nr. 2040, emis de EDN (Eichdurection Nord- Biroul de Metrologie Legală al Landului Schleswig-Holstein și al orașului Hamburg), organism autorizat de Physikalisch -Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig., cu trasabilitate asigurată la PTB – Germania.
 - **Sistem simulator de alcool în aerul expirat** pentru testarea și etalonarea analizoarelor de alcool din aerul expirat, Tip Mark II, seria DDSE P 0003 și DDSE P 0006, fabricație Drager Safety AG Germania;
 - **Balanță etalon** secundar ordinul III, fabricație Sibiu, max. 2 kg, $d = 1$ mg;, serie 16; cu Certificat de etalonare INM;
 - **Balanță etalon** secundar ordinul III, fabricație Mettler Toledo, tip XS 205, max = 81/210 g; $d = 0,01 / 0,1$ mg; seria 1126462196;
 - **Măsură etalon primar** din sticlă de forma baloanelor cotate: max. 5000 cm³, seria 5787, cu certificat de etalonare INM ;
 - **Pipetă cu piston monocanal**, capacitate (1...10) mL; seria 15081175, cu certificat de etalonare INM ; Din documentația producătorului (10,0 ± 0,2) mL;
 - **Apă distilată.**
- Prin utilizarea mijloacelor de măsurare din dotare au fost obținute amestecuri etalon ale căror valori sunt prezentate în tabelul 2:

Tabelul 2 – Valori ale amestecurilor etalon preparate

Nr. crt	$V_{C_2H_5-OH}$, mL	$m_{C_2H_5-OH}$, g	C_{aer} , ‰	C_{aer} , mg/L
1	0,30	0,237	0,19	0,092
2	0,60	0,473	0,39	0,184
3	0,90	0,710	0,58	0,275
4	1,25	0,986	0,80	0,382
5	1,55	1,223	1,00	0,474
6	2,35	1,854	1,51	0,719
7	3,10	2,446	1,99	0,949
8	3,90	3,077	2,51	1,194
9	4,70	3,708	3,02	1,438

IV CALCULAREA BUGETULUI DE INCERTITUDINI ALE SOLUȚIILOR DE ALCOOL ETILIC

Incetitudinile asociate concentrațiilor de alcool etilic din aer astfel preparate cu mijloacele de măsurare din dotare sunt datorate contribuției următorilor factori de influență:

- incertitudinea datorată seringii;
- incertitudinea datorată recipientului (1 L);
- incertitudinea datorată purității etalonului;
- incertitudinea datorată temperaturii de termostatare a sistemului simulator.

Pentru a determina contribuția fiecărei surse de incertitudine au fost prelucrate statistic rezultatele obținute prin efectuarea unor serii repetate de măsurări ale parametrilor care pot

genera incertitudine (incertitudine de tip A) sau au fost luate în calcul valorile prezentate de producători pentru mijloacele de măsurare respective (incertitudine de tip B).

Incertitudinea datorată seringii

În vederea stabilirii contribuției incertitudinii datorate seringii din dotare, cu capacitatea de (0..10) mL, au fost efectuate 10 cântăriri al unui volum de lichid de 4,60 mL H₂O, cu balanța Mettler Toledo, seria 112646219. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3 - Abaterea standard experimentală

m_0 g	m_m g	s g
4,60	4,600 88	0,018 59

m_0 - valoarea convențional adevărată a masei de apă distilată, g ;

m_m - valoarea medie a masei de apă distilată, g ;

s - abaterea standard experimentală, g.

$$s^2 = 0,018\ 59^2 = 0,000\ 35\ \text{g}$$

2. Incertitudinea datorată prescripțiilor producătorului (10,00 ± 0,02) mL

$$u_{s1} = \frac{0,02}{\sqrt{6}} = 0,008\ 16\ \text{mL} \quad (\text{pentru o distribuție dreptunghiulară})$$

3. Incertitudinea datorată coeficientului de dilatare a apei

$$u_{s2} = 10\ (\text{mL}) \cdot \frac{2,1}{10^{-4}} \cdot \frac{1(^{\circ}\text{C})}{\sqrt{3}} = 0,001\ 21\ \text{mL} \quad (\text{pentru o distribuție dreptunghiulară})$$

4. Incertitudinea compusă:

$$u_{C_seringa} = \sqrt{s^2 + u_{s1}^2 + u_{s2}^2} = \sqrt{0,000\ 35^2 + 0,008\ 16^2 + 0,001\ 21^2} = 0,020\ 336\ \text{mL}$$

$$V_seringă = (4,60 \pm 0,02)\ \text{mL}$$

Incertitudinea datorată recipientului

1. Incertitudinea standard din certificatul de etalonare (1 000,0 ± 0,5) mL

$$u_{v1} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,577\ 35\ \text{mL} \quad (\text{pentru o distribuție dreptunghiulară})$$

2. Incertitudinea datorată coeficientului de dilatare a apei

$$u_{v2} = 1\ 000\ (\text{mL}) \cdot \frac{2,1}{10^{-4}} \cdot \frac{1(^{\circ}\text{C})}{\sqrt{3}} = 0,121\ 24\ \text{mL} \quad (\text{pentru o distribuție dreptunghiulară})$$

3. Incertitudinea standard compusă:

$$u_{C_volum} = \sqrt{u_{v1}^2 + u_{v2}^2} = \sqrt{0,577\ 35^2 + 0,121\ 24^2} = 0,589\ 944\ \text{mL}$$

$$V_volum = (1\ 000,00 \pm 0,59)\ \text{mL}$$

Pentru caracterizarea completă a mijloacelor de măsurare a concentrațiilor de alcool etilic din aerul alveolar expirat (etilometre și etiloteste) este necesară determinarea, atât calitativă cât și cantitativă a concentrațiilor de etanol, precum și asigurarea diseminării corecte a unității de măsură asociate. În acest sens, au fost preparate nouă amestecuri etalon de alcool etilic, cu concentrații având următoarele valori, exprimate în ‰: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0. Pentru fiecare concentrație în parte au fost calculate bugetele de incertitudini, în conformitate cu prescripțiile standardului **SR EN**: “Ghid pentru evaluarea și exprimarea incertitudinilor de măsurare” și ale **Ghid-ului EURACHEM**: Cuantificarea incertitudinii în măsurările analitice”.

V EXEMPLU DE CALCULUL AL INCERTITUDINII PENTRU O CONCENTRAȚIE DE ALCOOL IN AERUL EXPIRAT DE 0,8 ‰ SAU 0,381 MG/L (AER EXPIRAT)

a) Incertitudinea datorată purității etalonului este sursa de incertitudine pentru concentrația alcoolului etilic din soluție. Etanolul utilizat are puritatea de 99,8 %. Incertitudinea datorată purității etalonului, pentru o distribuție dreptunghiulară, va avea valoarea

$$u_{etalon} = \sqrt{\left(\frac{1-0,998}{\sqrt{3}}\right)^2} = 0,001\ 155\ \text{mg/L}$$

Matricea de calcul a incertitudinii este:

C_{etanol}	0,986 250	$u_{\text{etanol, g}}$	0,016 045		1,002 295	0,986 250	0,986 250
Puritate, %	0,998	$u_{\text{purității}}$	0,001 155		0,998	0,992	0,998
Volum, L	1	u_{volum}	0,000 590		1	1	1,000 590
$C_{0(\text{etanol/L})}$	0,984 278	$u_{(\text{etanol/L})}$	0,016 013	$C_{i(\text{etanol/L})}$	1,000 290	0,978 315	0,983 697
				$C_0 - C_i$	0,016 013	-0,005 962	-0,000 580
				$(C_0 - C_i)^2$	0,000 256	0,000 036	0,000 000
				$\sum(C_0 - C_i)^2$			0,000 256

$$u_{(\text{etanol/L})} = \sqrt{\sum(C_0 - C_i)^2} = \sqrt{0,000\ 256} = 0,016\ 013\ \text{mg/L}$$

b) Incertitudinea datorată temperaturii este o altă sursă importantă de incertitudine pentru concentrația alcoolului etilic din aerul expirat

Termostatul este fixat la valoarea constantă de $(34,0 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$

$$u_{\text{termostat}} = \sqrt{\left(\frac{0,1}{\sqrt{3}}\right)^2} = 0,005\ 774\ ^\circ\text{C} \quad (\text{pentru o distribuție dreptunghiulară})$$

$$C_{\text{aer}} = 0,041\ 445 \times 10^{-3} C_{\text{H}_2\text{O}} \times e^{0,065\ 83 \times t};$$

$$C_{\text{air}} = 0,388\ 66 \times 10^{-3} C_{\text{H}_2\text{O}}$$

unde t este temperatura soluției, exprimată în $^\circ\text{C}$; pentru $t = 34\ ^\circ\text{C}$,

Matricea de calcul corespunzătoare incertitudinii este:

$C_{0(\text{etanol/L})}$	0,984 278	$u_{\text{soluție}}$	0,016 013		1,000 290	0,984 278
$T, ^\circ\text{C}$	34	$u_{\text{temperatură}}$	0,005 774		34,00	34,01
$C_{0(\text{etanol/L aer})}$	0,382 550	$u_{\text{etanol/L aer}}$	0,006 225	$C_{i(\text{etanol/L aer})}$	0,388 774	0,382 696
‰	0,80	Index, %	1,63	$C_0 - C_i$	0,006 224	0,000 145
		$U (k=2)$	0,012 450	$(C_0 - C_i)^2$	0,000 039	0,000 000
				$\sum(C_0 - C_i)^2$		0,000 039
				Index, %	99,95	0,05

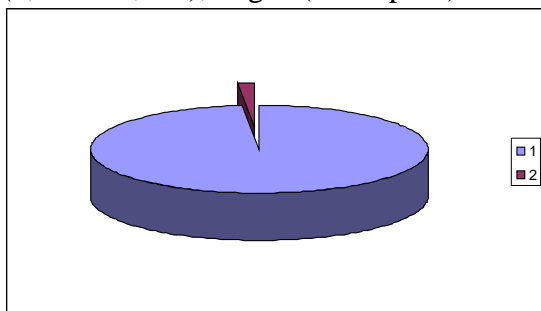
$$u_{(\text{etanol/L aer})} = \sqrt{\sum(C_0 - C_i)^2} = \sqrt{0,000\ 039} = 0,006\ 225\ \text{mg/L}$$

Concentrația alcoolului etilic la litru de aer expirat este:

$(0,382\ 550 \pm 0,006\ 225), \text{ mg/L (aer expirat)}$

sau

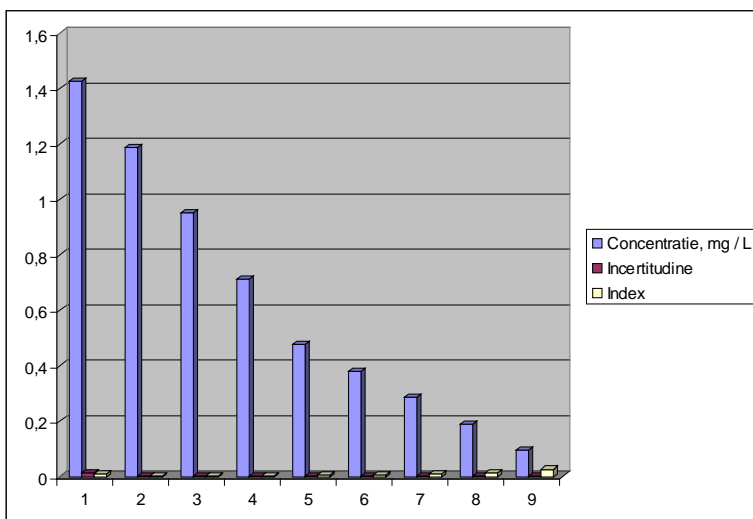
$(0,382 \pm 0,006)$, mg/L (aer expirat)



1 – concentrația de alcool în aerul expirat
2 – incertitudinea asociată

Tabelul 4 - Centralizator cu valorile măsurate și incertitudinile asociate corespunzătoare

Concentrația de alcool etilic ‰	Concentrație calculată de alcool etilic mg/L	Incertitudinea calculată mg/L	Index %
3,0	1,438 390	0,012 638	0,43
2,5	1,193 557	0,012 579	0,52
2,0	0,948 725	0,012 531	0,66
1,5	0,719 195	0,012 495	0,87
1,0	0,474 363	0,012 468	1,31
0,8	0,382 550	0,012 461	1,63
0,6	0,275 436	0,012 454	2,26
0,4	0,183 624	0,012 450	3,39
0,2	0,091 812	0,012 448	6,78

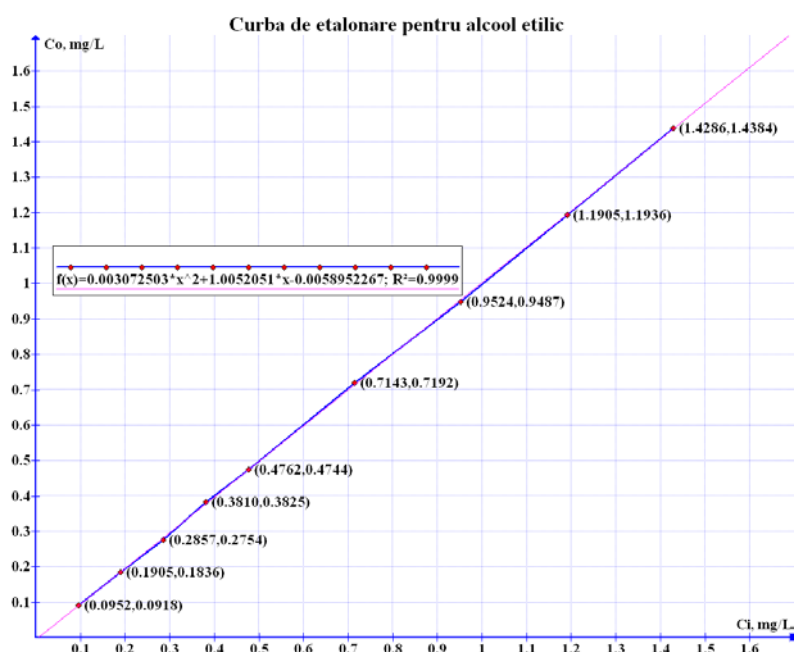


În vederea trasării curbei de etalonare pentru alcoolul etilic prezentată în tabelul 5 au fost utilizate rezultatele obținute prin prepararea diferitelor etaloane în domeniul (0...3) ‰.

Tabelul 5 – Concentrația de alcool etilic calculată

Concentrația de alcool etilic ‰	Concentrația convențional adevărată de alcool etilic mg/L	Concentrația calculată de alcool etilic mg/L
---------------------------------	---	--

Concentrația de alcool etilic %	Concentrația convențional adevărată de alcool etilic mg/L	Concentrația calculată de alcool etilic mg/L
3,0	1,428 6	1,438 4
2,5	1,190 5	1,193 6
2,0	0,952 4	0,948 7
1,5	0,714 3	0,719 2
1,0	0,476 2	0,474 4
0,8	0,381 0	0,382 5
0,6	0,285 7	0,275 4
0,4	0,190 5	0,183 6
0,2	0,095 2	0,091 8



VI CONCLUZII:

Analizoarele de alcool din aerul expirat sunt acceptate unanim ca dispozitive de măsurare legale utilizate pentru determinarea concentrației masice de alcool etilic din aerul alveolar expirat. În zilele noastre, Departamentul de Poliție, Circulație Rutieră din cadrul Ministerului de Interne utilizează 1700 dispozitive electronice pentru testarea concentrației de alcool din aerul expirat. Dar proiectul internațional "ROSITA" susține dotarea Departamentelor de Poliție din Europa cu echipamente noi, performanțe care să poată fi utilizate ca mijloace evidențiale.

Laboratorul Concentrație de Gaze a inițiat un proiect pentru prepararea etaloanelor de etanol în aer în scopul asigurării următoarelor proceduri de control :

- Verificări inițiale ale analizoarelor noi de alcool din aerul alveolar expirat;
- Verificări periodice; și
- Teste de performanță și etalonări.

Timp de doi ani de activitate de cercetare au fost preparate diferite concentrații de alcool; incertitudinile lor asociate au fost evaluate în conformitate cu cele mai recente standarde [1,2].

Rezultatele obținute arată că etaloanele INM, preparate în conformitate cu Standardele Europene și Internaționale, precum și echipamentul din dotarea firmei colaboratoare Dräger Safety Romania, au precizia necesară și pot fi utilizate la transmiterea unității de măsură, mg/L, la analizoarele de concentrație de alcool din aerul alveolar expirat.

Bibliografie

1. *Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)*, first edition, 1995, ISO, BIPM, IEC, IFCC, IUPAC, IUPAP, OIML (published by ISO)
2. *Eurachem/CITAC Guide, "Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement"*, 2nd edition 2000, Published by LGC, UK
3. *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM)*, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, OIML. Published by ISO, Geneva, Switzerland, 2nd ed., 1993
4. OIML R 126: "*Evidential breath analyzers*", OIML, 1998
5. DIN VDE 0405, "*Determination of Breath Alcohol Concentration*", 1995
6. A.Slemeyer, "*A Depletion Compensated Wet Bath Simulator For Calibrating Evidential Breath Alcohol Analyzers*", University of Applied Science of Giessen
7. A.Slemeyer, "*Calibrating Gas Generator*", University of Applied Science of Giessen, 1998
8. Johannes Lagois, Jürgen Sohège, "*Breath Alcohol testing Dräger Alcotest 7410 Plus RS*", Dräger Review, 2003

- Prezentat în data de 15 iunie 2006; acceptat în data de 17 septembrie 2006
- Revizia științifică : *dr. ing. Mirella Buzoianu*



Mirela ANGHEL

- Absolventă a Universității din București, Facultatea de Fizică, secția Fizica Corpului Solid, 1996
- Absolventă a Universității din București, Facultatea de Fizică, Studii Aprofundate, Secția Metrologie, 1998
- Angajată a Institutului Național de Metrologie, Colectiv Concentrație de Gaze, din anul 1996
- Cercetător științific, 2005