

MODERNIZAREA BAZEI DE ETALOANE UTILIZATE LA VERIFICAREA METROLOGICĂ A BASCULELOR POD PENTRU VAGOANE DE CALE FERATĂ – UN PROCES CE NU MAI POATE FI AMÂNAT

*George-Florian POPA**

Rezumat: În prezent, în România, la verificarea basculelor pod pentru vagoane de cale ferată sunt utilizate șine etalon și vagoane etalon. În articol este prezentată etalonarea vagoanelor etalon, sunt identificate principalele surse de incertitudine de măsurare și este întocmit bugetul de incertitudini. Se constată că incertitudinile extinse obținute cât și instabilitatea masei vagoanelor etalon depășesc foarte mult incertitudinile țintă cât și erorile tolerate prevăzute în recomandările internaționale. În concluzie este evidențiată necesitatea înlocuirii vagoanelor etalon cu greutăți etalon, care au o stabilitate bună și pot fi etalonate cu o incertitudine corespunzătoare.

Abstract: At present in Romania, standard rails and standard railway wagons are used for the verification of the non-automatic rail-weighbridges. In this paper it is presented the calibration of the standard railway wagons, the main measurement uncertainty sources are identified and the uncertainty budget is draw out. It is finding that the obtained expanded uncertainty and the instability of the mass exceed the aimed uncertainty and also the maximum permissible errors stipulated in the international recommendations. In conclusion it is pointed out the necessity to replace the standard railway wagons with standard weights, which have a good stability and can be calibrated with proper uncertainty.

Cuvinte cheie: Aparat de cântărit cu funcționare neautomată, basculă pod pentru vagoane de cale ferată, greutate etalon, vagon etalon, incertitudine de măsurare.

Key words: Non-automatic weighing instrument, non-automatic rail-weighbridge, standard weight, standard railway wagon, measurement uncertainty.

1 GENERALITĂȚI

Basculele pod pentru vagoane de cale ferată fac parte din categoria aparatelor de cântărit cu funcționare neautomată și se supun prevederilor din Directiva 90/384/CEE, care au fost transpuse în legislația românească prin Hotărârea Guvernului nr. 617/2003. [1]

Basculele pod pentru vagoane de cale ferată sunt utilizate în majoritatea cazurilor în domeniul de interes public:

- în tranzacții comerciale (în comerțul intern și internațional) cu mărfuri ce sunt transportate pe calea ferată,
- în stabilirea unor tarife de transport pentru aceste mărfuri.

Aceste aparate de cântărit cu funcționare neautomată în anumite situații sunt utilizate ca:

- aparate de control, la verificarea instalațiilor de cântărire din mers a vagoanelor (ICMV),
- aparate ce furnizează valori de referință, la etalonarea / verificarea metrologică a cisternelor de cale ferată.

2 CERINȚE METROLOGICE ALE BASCULELOR POD PENTRU VAGOANE DE CALE FERATĂ

Marea majoritate a basculelor pod de cale ferată sunt încadrate în clasa de exactitate medie, simbol **III** și au limita maximă de cântărire (Max) egală cu 100 000 kg.

În acest capitol sunt prezentate pe scurt, dar cu exemplificări concrete, anumite cerințe din documentele de referință, care trebuie să fie îndeplinite atunci când se efectuează verificarea metrologică a basculelor pod de cale ferată.

* Institutul Național de Metrologie, șos. Vitan Bârzești nr. 11, sector 4, cod 042122, București,
Tel: (+4021) 334 50 60; 334 48 30, int. 178; Fax: (+4021) 334 55 33; 334 53 45; E-mail: george.popa@inm.ro

Erorile tolerate ale acestor aparate sunt exprimate în funcție de valoarea diviziunii de verificare (e), care este egală cu rezoluția aparatului (d) (conform pct. 2.2, 3.5.1, 8.4.1 din [2] și [3]).

În continuare, în tabelele 1, 2 și 3 sunt indicate erorile (maxime) tolerate pentru cele mai întâlnite valori ale diviziunii de verificare. Aceste erori tolerate sunt aplicabile la încercarea de tip, la verificarea inițială și la verificările metrologice ulterioare.

Tabelul 1: Erorile tolerate în cazul în care $e = 100$ kg

Sarcina (L)	Eroarea tolerată
$0 \text{ kg} \leq L \leq 50 \text{ 000 kg}$	$\pm 50 \text{ kg}$
$50 \text{ 000 kg} < L \leq 100 \text{ 000 kg}$	$\pm 100 \text{ kg}$

Tabelul 2: Erorile tolerate în cazul în care $e = 50$ kg

Sarcina (L)	Eroarea tolerată
$0 \text{ kg} \leq L \leq 25 \text{ 000 kg}$	$\pm 25 \text{ kg}$
$25 \text{ 000 kg} < L \leq 100 \text{ 000 kg}$	$\pm 50 \text{ kg}$

Tabelul 3: Erorile tolerate în cazul în care $e = 20$ kg

Sarcina (L)	Eroarea tolerată
$0 \text{ kg} \leq L \leq 10 \text{ 000 kg}$	$\pm 10 \text{ kg}$
$10 \text{ 000 kg} < L \leq 40 \text{ 000 kg}$	$\pm 20 \text{ kg}$
$40 \text{ 000 kg} < L \leq 100 \text{ 000 kg}$	$\pm 30 \text{ kg}$

Limita minimă de cântărire (Min) este stabilită la o valoare egală cu $20 e$ (conform pct. 3.2 din [2] și [3]), care în funcție de valoarea diviziunii poate fi 2000 kg, 1000 kg, respectiv 400 kg. La unele aparate mai vechi Min este stabilit la $50 d$, adică la 5000 kg, 2500 kg, respectiv 1000 kg (conform pct. 3.17 din [5]).

În conformitate cu prevederile de la pct. A.4.4 din [2] și [3], pentru determinarea erorilor aparatului, trebuie alese cel puțin cinci sarcini de încercare diferite, care trebuie să includă: limita minimă de cântărire, valorile corespunzătoare punctelor în care erorile maxime tolerate se schimbă (sau în apropierea acestora) și limita maximă de cântărire.

Greutățile etalon utilizate la verificarea unui aparat trebuie să aibă o eroare mai mică sau cel mult egală cu $1/3$ din eroarea maximă tolerată pentru aparatul considerat (conform pct. 3.7.1 din [2] și [3]).

3 ETALOANE FOLOSITE - SITUAȚIA ACTUALĂ

La verificarea metrologică a basculelor pod pentru vagoane de cale ferată în prezent sunt utilizate ca etaloane de masă:

- șine etalon de 50 kg (sau 60 kg, 40 kg);

- vagoane etalon de 30 000 kg și 60 000 kg (mai rar de 25 000 kg, 75 000 kg, 61 000 kg).

Societățile comerciale desprinse din CFR, care efectuează verificările metrologice, au în dotarea normală următoarele etaloane:

- 200 de șine etalon (însușind 10 000 kg),
- un vagon etalon de 30 000 kg și
- un vagon etalon de 60 000 kg.

3.1 Șine etalon tip cale ferată

Șinele etalon sunt realizate din cupoane de șină de cale ferată, tăiate la o lungime adecvată.

În șinele etalon sunt prelucrate una sau mai multe cavități de ajustare, acoperite cu cepuri de plumb. Prin adăugarea sau extragerea materialului (uzual alicie sau bucăți de plumb) din cavitățile de ajustare, se asigură încadrarea în erorile maxime tolerate. Pe fiecare cep se aplică un sigiliu.

Eroarea maximă tolerată pentru o șină etalon de 50 kg este $E_T = \pm 2,5$ g, iar incertitudinea de etalonare necesară trebuie să fie $U \leq 0,8$ g ($k=2$).

Evidențiem faptul că pentru etalonarea șinelor etalon este necesar să se utilizeze metoda substituției (Borda), greutăți etalon clasă F_2 și balanțe etalon sau comparatoare de masă care au valoarea diviziunii și abaterea standard de maxim (0,2...0,3) g.

Șinele etalon pot fi considerate ca etaloane cu formă specială, care au fost realizate cu cheltuieli minime. Șinele etalon sunt utilizate la etalonarea vagoanelor etalon cât și la verificarea basculelor pod. Dintre deficiențele șinelor etalon menționăm:

- au mai multe cavități de ajustare (în mod normal ar trebui să aibă numai una);
- în multe cazuri din cauza uzării cavităților de ajustare, în timpul manevrării șinelor cepurile de plumb cad, fapt ce duce la modificarea masei șinelor etalon cu valori care depășesc cu mult eroarea maximă tolerată;
- manevrarea șinelor în mod repetat, în timpul verificărilor metrologice ale basculelor pod necesită depunerea unui efort fizic intens; din acest motiv putem constata că de multe ori în practică este evitată folosirea șinelor etalon.

3.2 Vagoane etalon

Vagoanele etalon sunt vagoane de cale ferată de construcție specială, cu masa determinată. Vagoanele etalon sunt compuse dintr-un șasiu cu 2 sau 4 osii și o cutie metalică (figura 1).



Fig. 1: Vagon etalon de 30 000 kg

Vagonul etalon de 30 000 kg are următoarele dimensiuni principale:

- 2 osii, ampatament: 4 m
- distanța între tampoane: 5,5 m

Vagonul etalon de 60 000 kg are următoarele dimensiuni principale:

- 2 boghiuri, ampatament: 8 m
- distanța între tampoane: 11 m

Șasiul vagonului are frână automată și frână manuală.

În interiorul cutiei vagonului se găsește un material compozit format din cupoane de șine de cale ferată, plumb, beton etc.

Cutia vagonului etalon este prevăzută cu cavități de ajustare, iar ușile de acces la interiorul cutiei sunt sigilate.

Erorile maxime tolerate ale vagoanelor etalon sunt următoarele:

- pentru vagonul etalon de 30 000 kg: $E_T = \pm 3$ kg
- pentru vagonul etalon de 60 000 kg: $E_T = \pm 6$ kg

Mai multe aspecte privind etalonarea și utilizarea vagoanelor etalon sunt prezentate în capitolele 4, 5 și 6 din prezentul articol.

4 ETALONAREA VAGOANELOR ETALON - SITUAȚIA ACTUALĂ

4.1 Etalonarea vagoanelor de 30 000 kg

În mod obișnuit, la etalonarea vagoanelor etalon de 30 000 kg se utilizează:

- Ca etaloane de referință: Șine etalon de 50 kg, 600 bucăți, însumând 30 000 kg;
- Comparator de masă: Basculă pod pentru vagoane de cale ferată, cu valoarea diviziunii $d = 20$ kg (uneori $d = 50$ kg). Aceste bascule pod

au receptorul de sarcină instalat în exterior, fără protecție contra condițiilor atmosferice;

- Metoda de etalonare: metoda substituției (Borda), cu ciclul $AB_1...B_i...B_nA$. În toate cazurile cunoscute de noi, vagoanele etalon au fost grupate la etalonare în vederea reducerii efortului fizic, tehnic și financiar necesar la acest tip de etalonare. „A” reprezintă setul etaloanelor de referință și „B_i” reprezintă vagonul etalon cu nr. „i” în cadrul ciclului de etalonare.

Așa cum a fost menționat la pct. 3.2, eroarea maximă tolerată asociată vagonului de 30 t este de ± 3 kg. Incertitudinea extinsă a masei convenționale trebuie să fie mai mică sau egală cu 1/3 din eroarea maximă tolerată (conform pct. 5.2 din [4]), de unde rezultă că incertitudinea de etalonare trebuie să nu fie mai mare decât: $U = 1,0$ kg ($k = 2$).

Formula de calcul pentru obținerea masei convenționale a vagonului etalonat este

$$m_{cv} = m_{ce} + d \times \overline{\Delta I} + m_0 \times C_i$$

unde

$$C_i = (\rho_a - \rho_0) \times \left(\frac{1}{\rho_v} - \frac{1}{\rho_e} \right)$$

Simbolurile utilizate au următoarele semnificații:

- m_0 masa nominală a greutății,
- m_{cv} masa convențională a vagonului de etalonat,
- m_{ce} masa convențională (însumată) a etaloanelor de referință utilizate,
- d valoarea unei diviziuni a comparatorului de masă (basculei pod utilizate),
- C_i factorul de corecție provenit din forța ascensională,
- ρ_a densitatea aerului în timpul efectuării etalonării,

ρ_0 valoarea convențională a densității aerului, 1,2 kg/m³,
 ρ_v densitatea vagonului de etalonat,
 ρ_e densitatea etaloanelor de referință utilizate,
 ΔI diferența între indicația pentru vagon și indicația medie pentru etalon la un ciclu de măsurare AB₁B₂...B₁...B_nA,

Termenul $m_0 \times C_i$ reprezintă corecția asociată forței ascensionale. Acest termen (împreună cu incertitudinea asociată lui) este inclus în incertitudinea de etalonare.

Rezultă formula de calcul simplificată

$$m_{cv} = m_{ce} + d \times \overline{\Delta I}$$

Principalele surse de incertitudine în procesul de etalonare provin de la:

- etaloanele de referință folosite în comparație,
- abaterea standard asociată determinărilor,
- deriva indicațiilor basculei pod în timp,
- influența condițiilor de mediu (etalonarea efectuându-se în aer liber),
- efectul forței ascensionale a aerului,
- influența rezoluției limitate a comparatorului de masă (basculei pod),
- influența excentricității.

În continuare sunt analizate aceste surse de incertitudine și sunt făcute estimări valorice ale componentelor incertitudinii, pentru „cel mai favorabil caz”.

Incertitudinile extinse, U_{ei} , cu care au fost determinate masele convenționale ale șinelor etalon sunt preluate din certificatele de etalonare ale acestora. Deoarece se folosește un grup de 600 șine etalon, incertitudinea compusă a grupului de etaloane de referință se obține (conform pct. C.6.2.2. din [4]) prin însumarea incertitudinilor tuturor șinelor etalon utilizate:

$$u_e = \sum_{i=1}^{600} u_{ei} = 600 u_{ei}$$

Luând în considerare valoarea limită indicată la pct. 3.1 ($U_{ei} = 0,8$ g, cu o distribuție de probabilitate normală), se poate estima: $u_e = 0,24$ kg.

O altă sursă de incertitudine legată de etaloanele de referință este deriva masei acestora. În estimarea componentei incertitudinii datorată instabilității valorilor masei șinelor etalon u_{inst} trebuie să se țină seama de evoluția valorilor de masă în timp, de fenomenele de uzură care apar la manevrarea șinelor cât și de eventuala desprindere a unor cepuri de

plumb, așa cum este menționat la pct. 3.1 din prezentul articol.

În cel mai favorabil caz, incertitudinea asociată instabilității masei unei șine etalon poate fi estimată la valoarea $U_{inst} = 0,8$ g, cu o distribuție dreptunghiulară. Componenta la incertitudine datorată instabilității celor 600 de șine etalon se poate estima în acest caz la valoarea:

$$u_{inst} = 0,28 \text{ kg}$$

Incetitudinea de tip A a determinărilor, u_w , este egală cu abaterea standard experimentală asociată ciclurilor de măsurare AB₁...B₁...B_nA:

$$u_w = s$$

Din cauză că un astfel de ciclu de măsurare se realizează într-un timp îndelungat și cu un efort fizic important (prin așezarea și ridicarea de pe receptorul de sarcină a celor 600 de șine etalon, echivalând cu manevrarea a 120 000 kg pe ciclu), practic nu se poate proceda la repetarea ciclurilor de măsurare, pentru a determina abaterea standard experimentală s . În aceste condiții se poate numai estima valoarea abaterii standard experimentale, prin aproximare și prin extrapolarea abaterii standard experimentale, s_f , obținute la verificarea fidelității aparatului cu ajutorul unui vagon etalon, prin așezarea acestuia de 10 ori pe receptorul de sarcină și înregistrarea indicațiilor obținute I_i (cu o rezoluție corespunzătoare). În plus trebuie să se țină seama de deriva indicațiilor basculei pod în timp și de influența modificării condițiilor de mediu, ținând seama că un ciclu de etalonare durează câteva ore, în timp ce determinarea fidelității cu un vagon etalon se realizează în maxim 30 minute.

Abaterea standard experimentală, s_f , se calculează cu formula cunoscută

$$s_f = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{10} (I_i - \bar{I})^2}}{3}$$

Dacă bascula pod are valoarea diviziunii de 20 kg și dacă este foarte bine reglată, atunci se poate obține, în cel mai favorabil caz, o abatere standard experimentală

$$u_w = s_f = 2 \text{ kg}$$

Efectul derivei indicațiilor comparatorului de masă în timp, u_{der} , este important, deoarece etalonarea durează mult, iar diferența dintre valorile obținute la începutul și la sfârșitul ciclului AB₁...B₁...B_nA poate să fie la nivelul valorii diviziunii. În cel mai favorabil caz se poate estima că deriva este de 5 kg, rezultând

$$u_{der} = 2,9 \text{ kg}$$

Condițiile de mediu au o contribuție majoră asupra incertitudinii etalonării vagoanelor etalon, din cauză că etalonarea se realizează în aer liber. Vagoanele au o suprafață relativ mare și, ca urmare, orice adiere a vântului poate să conducă la modificarea indicațiilor comparatorului. Totodată, în timpul îndelungat de desfășurare a ciclului de etalonare, temperatura mediului ambiant se poate schimba cu mai multe grade Celsius. În cel mai favorabil caz se poate estima că incertitudinea de măsurare datorată condițiilor de mediu, u_{med} , nu poate fi mai mică decât valoarea

$$u_{med} = 5,8 \text{ kg}$$

Efectul forței ascensionale nu este o componentă majoră a incertitudinii de măsurare. De obicei densitatea aerului nu este determinată la locul în care este efectuată etalonarea vagoanelor etalon. În aceste condiții se utilizează densitatea estimată medie a locului și incertitudinea pentru densitatea aerului estimată la valoarea

$$u(\rho_a) = \frac{0,12}{\sqrt{3}} \text{ kg/m}^3 \approx 0,07 \text{ kg/m}^3$$

Fără a mai intra în detalii, menționăm că incertitudinea de măsurare cauzată de forța ascensională, u_b , poate fi estimată la valoarea

$$u_b = 0,29 \text{ kg}$$

Incetitudinea de măsurare cauzată de rezoluția limitată, u_{rez} , a comparatorului de masă poate fi estimată cu formula

$$u_d = \left(\frac{d}{\sqrt{3}} \right) \times \sqrt{2}$$

În cel mai favorabil caz (considerând că se obține o rezoluție mărită de $0,1d = 2 \text{ kg}$ pentru comparatorul cu $d = 20 \text{ kg}$), incertitudinea de măsurare cauzată de rezoluția limitată poate fi estimată la valoarea

$$u_{rez} = 0,82 \text{ kg}$$

Incetitudinea de măsurare cauzată de excentricitate u_{ex} se manifestă datorită imposibilității practice a așezării în aceeași poziție pe receptorul de sarcină a etaloanelor de referință și a greutăților etalon. În cel mai favorabil caz, incertitudinea cauzată de excentricitate poate fi estimată la valoarea

$$u_{ex} = 1,2 \text{ kg}$$

Prin compunerea principalelor componente ale incertitudinii de măsurare la etalonarea vagoanelor etalon de $30\,000 \text{ kg}$ se obține o incertitudine compusă, u_c

$$u_c = \sqrt{u_e^2 + u_{inst}^2 + u_w^2 + u_{der}^2 + u_{med}^2 + u_b^2 + u_{rez}^2 + u_{ex}^2}$$

Incetitudinea extinsă, U , se obține înmulțind incertitudinea compusă cu factorul de extindere k :

$$U = k \times u_c$$

În tabelul 4 este prezentat în sinteză bugetul de incertitudini pentru etalonarea vagoanelor etalon de $30\,000 \text{ kg}$, luând în considerare valorile estimate ale incertitudinilor parțiale pentru cele mai favorabile cazuri:

Tabelul 4: Bugetul de incertitudini pentru etalonarea vagoanelor etalon de $30\,000 \text{ kg}$

Mărimea de intrare X_i	Estimația x_i kg	Incetitudinea $U(x_i)$ kg	Distribuția de probabilitate	Incetitudinea standard $u(x_i)$ kg	Coeficientul de corelare c_i	Contribuția la incertitudine $u_i(y)$ kg
m_e	30 000	0,48	normală	0,24	1	0,24
δm_{inst}	0	0,48	dreptunghiulară	0,28	1	0,28
δm_{der}	0	5	dreptunghiulară	2,9	1	2,9
δm_{med}	0	10	dreptunghiulară	5,8	1	5,8
δm_b	0	0,5	dreptunghiulară	0,29	1	0,29
δm_{rez}	0	1,41	dreptunghiulară	0,82	1	0,82
δm_{ex}	0	2	dreptunghiulară	1,2	1	1,2
Δm_w	0	2	normală	2	1	2
					$u_c =$	6,95
					$k =$	2
m_x	30 000				$U = k \cdot u_c$	13,9

Se constată că incertitudinea extinsă obținută, $U = 14$ kg, depășește cu mult incertitudinea țintă $U = 1$ kg cât și eroarea maximă tolerată: $E_T = \pm 3$ kg.

În corelare cu incertitudinea extinsă de 14 kg s-ar putea asocia vagonului etalon de 30 000 kg o eroare tolerată (calculată) de trei ori mai mare decât aceasta: $E_T = \pm 42$ kg, care nu respectă cerința menționată în capitolul 2.

Ținând seama că la estimarea contribuției fiecărei surse de incertitudine de măsurare am luat în considerare cel mai favorabil caz, este evident că la efectuarea etalonării în condiții reale incertitudinea extinsă va fi mai mare decât $U = 14$ kg.

4.2 Etalonarea vagoanelor de 60 000 kg

Etalonarea vagoanelor etalon de 60 000 kg se realizează în mod asemănător cu etalonarea vagoanelor etalon de 30 000 kg, cu excepția faptului că se utilizează ca etaloane de referință cele 600 de șine etalon de 50 kg cât și un vagon etalon de 30 000 kg (etalonat în prealabil) ca masă de înlocuire.

Practic, parcurgând aceleași etape de estimare a incertitudinii am constatat că, în cel mai favorabil caz, pentru vagonul etalon de 60 000 kg se obține o incertitudine extinsă: $U = 28$ kg, care depășește foarte mult incertitudinea țintă $U = 2$ kg cât și eroarea maximă tolerată: $E_T = \pm 6$ kg.

În corelare cu incertitudinea extinsă de 28 kg, vagonului etalon de 60 000 kg i s-ar putea asocia o eroare tolerată (calculată) de trei ori mai mare decât aceasta: $E_T = \pm 84$ kg, care, de asemenea, nu respectă cerința menționată în capitolul 2.

5 INSTABILITATEA MASEI VAGOANELOR ETALON

Instabilitatea pe termen lung a masei vagoanelor etalon reprezintă o deficiență majoră a acestor etaloane. Această instabilitate este provocată, în special, de următoarele cauze:

- uzura saboților de frână și înlocuirea acestora; menționăm că vagonul etalon de 30 t are 4 saboți, iar vagonul etalon de 60 t are 8 saboți de frână.
- etanșarea imperfectă a interiorului vagonului și pătrunderea apei sau a corpurilor străine;
- înlocuirea unor părți detașabile ale vagoanelor etalon (tampane, scări etc.)
- depunerea de praf, apă, gheață pe suprafața exterioară a vagonului etalon.

Efectele cumulate ale acestor cauze conduc la o instabilitate a valorii masei vagoanelor etalon de cel puțin 30-50 kg pe an, erorile tolerate fiind din nou cu mult depășite.

Subliniem faptul că instabilitatea în timp a valorii masei vagoanelor etalon face inutile încercările de îmbunătățire a procesului de etalonare a acestora.

6 UTILIZAREA VAGOANELOR ETALON LA VERIFICAREA BASCULELOR POD PENTRU VAGOANE DE CALE FERATĂ

Prin compararea cerințelor impuse etaloanelor ce trebuie folosite la verificarea basculelor pod pentru vagoane de cale ferată (indicate în capitolul 2) cu rezultatele ce pot fi obținute la etalonarea vagoanelor etalon (menționate în capitolul 4), luând în considerare și instabilitatea în timp a valorii masei acestora, am constatat că cerințele nu pot fi îndeplinite de vagoanele etalon în nici unul dintre cazuri.

Totodată, având la dispoziție numai dotarea menționată la capitolul 3 (200 șine etalon, câte un vagon etalon de 30 t și de 60 t), nu pot fi realizate toate sarcinile la care trebuie efectuată verificarea, așa cum este menționat în capitolul 2 (de exemplu, este imposibil să se realizeze sarcinile de 25 000 kg și 50 000 kg indicate în tabelele 1 și 2).

În plus, cu această dotare este imposibilă atingerea limitei maxime de cântărire la basculele pod care au receptorul de sarcini mai scurt decât cel clasic (care este format din două platforme 7m+10m sau 10m+10m).

7 CONCLUZII

Vagoanele etalon utilizate în prezent la verificarea basculelor pod de cale ferată prezintă o serie de deficiențe majore, care afectează etalonarea lor, stabilitatea valorii masei lor în timp și respectarea metodei de verificare a basculelor pod. Din aceste motive este imposibil să se realizeze verificarea basculelor pod în conformitate cu normativele metrologice în vigoare, prin utilizarea vagoanelor etalon.

Este necesar să se inițieze urgent un proces de modernizare a bazei de etaloane utilizate la verificarea metrologică a basculelor pod pentru vagoane de cale ferată.

Vagoanele etalon trebuie înlocuite cu alt tip de etaloane de masă care să aibă o stabilitate corespunzătoare și să poată fi etalonate cu incertitudini de măsurare corespunzătoare.

Trebuie utilizate greutateți etalon de 1000 kg clasă M_1 sau M_{1-2} . Trebuie mecanizat procesul de verificare a basculelor pod pentru vagoane de cale ferată.

Este util să se lanseze un concurs de soluții pentru găsirea unei variante optime de modernizare.

Acest proces de modernizare va avea un impact major în creșterea încrederii în măsurările efectuate cu aceste aparate, atât pentru comerțul intern, cât și pentru comerțul internațional.

REFERINȚE

[1] Hotărârea Guvernului nr. 617 din 29.05.2003 pentru stabilirea condițiilor de introducere pe piață și de punere în funcțiune a aparatelor de cântărit cu funcționare neautomată.

- [2] Recomandarea Internațională OIML R76, „Non-automatic weighing instruments. Part 1: Metrological and technical requirements – Tests“, Ediția 1992
- [3] Standardul SR EN ISO 45 501, „Aspecte metrologice privind aparatele de cântărit cu funcționare neautomată”
- [5] Recomandarea Internațională OIML R111, „Weights of classes E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₁₋₂, M₂, M₂₋₃ and M₃. Part 1 : Metrological and Technical Requirements“, Ediția 2004
- [6] Instrucțiuni nr. 3-15-77 pentru verificarea basculelor pod pentru vagoane, Ediția 1979

- Prezentat la data de 20 decembrie 2005; acceptat la data de 16 ianuarie 2006.
- Revizia științifică: *dr.ing. Ion SANDU*



- Absolvent al Facultății de Mecanică Fină, în cadrul Universității “Politehnica” din București
- Doctorand la Universitatea “Politehnica” din București, specializarea Metrologie
- Cercetător principal II, Șef Colectiv Mase, BRML-INM

George Florian POPA