

SERIA

ILAC-G24

GHIDURI

Ediția 2007 (E)

DOCUMENT

OIML D 10

INTERNAȚIONAL

Ediția 2007 (E)

Linii directoare pentru determinarea
intervalelor de etalonare a
aparatelor de măsurare

INTERNATIONAL

LABORATORY

ACCREDITATION

COOPERATION



ORGANISATION INTERNATIONALE
DE METROLOGIE LEGALE

INTERNATIONAL ORGANIZATION
OF LEGAL METROLOGY

Declarația RENAR

RENAR are permisiunea ILAC pentru traducerea în limba română și publicarea pe pagina WEB a prezentului document.

RENAR recunoaște și respectă drepturile de autor ale ILAC și solicită utilizatorilor acestui document să nu-l folosească în alt mod sau în alte scopuri decât este stipulat la cap. „*Copyright – ILAC*”.

În situația în care, între părțile interesate, apar divergențe de interpretare a prevederilor prezentului document, datorate traducerii, definitorie este varianta în limba engleză a documentului. Documentul va fi publicat pe pagina WEB a RENAR, www.renar.ro, împreună cu varianta originală în limba engleză.

Traducerea din limba engleză: ing. Cristian Dorin NICHITA

© RENAR Reproducerea integrală sau parțială a acestei versiuni în limba română a publicației ILAC-G 24:2007 / OIML D 10:2007 în scopul revânzării este interzisă.
--

CUPRINS

Copyright – ILAC	4
Cuvânt înainte – OIML	5
Preambul	6
Scop	6
Colectivul de Autori	6
1. Introducere	6
2. Alegerea initiala a intervalelor de calibrare	8
3. Metode de revizuire a intervalelor de etalonare	8
Metoda 1: Ajustare automata sau “scara” (timp calendaristic)	8
Metoda 2: Grafic de control (timp calendaristic)	9
Metoda 3: Timp “in uz”	9
Metoda 4: Verificarea în serviciu, sau testarea “cutia neagră”	9
Metoda 5: Alte abordări statistice	10
Comparația metodelor.....	10
Bibliografie	11

Copyright (ILAC)

ILAC-G24:2007

©Copyright ILAC 2007

ILAC încurajează reproducerea autorizată a publicațiilor sale, sau a unor părți din acestea, de către organizații care doresc să utilizeze astfel de materiale în domenii legate de educație, standardizare, acreditare, practică în laboratoare sau alte scopuri relevante pentru domeniul de expertiză al ILAC.

Organizațiile care doresc acceptul de a reproduce materiale din publicațiile ILAC trebuie să contacteze conducerea ILAC sau Secretariatul în scris sau prin mijloace electronice precum poșta electronică (e-mail).

Cererea pentru accept trebuie să detalieze clar:

- 1) publicația ILAC, sau partea din aceasta, pentru care este cerut acceptul;
- 2) unde va apărea materialul reprodus și în ce scop va fi folosit;
- 3) dacă documentul care conține material de la ILAC va fi distribuit comercial, unde va fi distribuit sau vândut, și ce cantități vor fi implicate;
- 4) orice alt fel de informații care pot ajuta ILAC să dea acceptul.

ILAC își rezervă dreptul de a refuza acceptul fără a dezvălui motivele refuzului.

Documentul în care materialul reprodus apare trebuie să conțină o dovadă a contribuției ILAC la respectivul document.

Acceptul ILAC de a reproduce materialele sale se aplică exact atât cât a fost detaliat în cererea originală. Orice modificare în utilizarea materialelor ILAC trebuie notificată din timp în scris către ILAC pentru un accept adițional.

ILAC nu va fi răspunzător pentru orice utilizare ale materialelor sale în alte documente. Orice nerespectare a acceptului de a reproduce sau orice utilizare neautorizată a materialelor ILAC este strict interzisă și pot determina acțiuni în justiție.

Pentru a primi acceptul sau pentru asistență, vă rugăm contactați:

The ILAC Secretariat

c/o NATA

PO Box 7507

Silverwater NSW 2128

Australia

Fax: +61 2 9743 5311

E-mail: ilac@nata.asn.au

Cuvânt înainte (OIML)

Organizația Internațională de Metrologie Legală (OIML) este o organizație mondială, interguvernamentală al cărei principal scop este să armonizeze reglementările și controalele metrologice aplicate de către serviciile metrologice naționale, sau organizațiile aferente, din Statele Membre. Principalele categorii de publicații OIML sunt:

- **Recomandări Internaționale (OIML R)**, care sunt modele de reglementări care stabilesc caracteristicile metrologice necesare pentru anumite aparate de măsurare și care specifică metode și echipamente pentru verificarea conformității lor. Statele Membre OIML vor implementa aceste Recomandări în cea mai mare măsură posibilă;
- **Documente Internaționale (OIML D)**, care sunt în esență informative și care urmăresc să armonizeze și să îmbunătățească activitatea în domeniul metrologiei legale;
- **Ghiduri Internaționale (OIML G)**, care de asemenea sunt în esență informative și urmăresc să ofere orientări pentru aplicarea anumitor cerințe în domeniul metrologiei legale; și
- **Publicațiile Internaționale de Bază (OIML B)**, care definesc regulile operaționale a diferitelor structuri și sisteme ale OIML.

Proiectele Recomandărilor, Documentelor și Ghidurilor OIML sunt dezvoltate de către Comitete Tehnice sau Subcomitete care cuprind reprezentanți ai Statelor Membre. Anumite organizații internaționale și regionale participă deasemenea, cu rol consultativ. Acordurile de cooperare între OIML și anumite organizații, cum ar fi ISO și IEC, au fost stabilite cu scopul de a evita cerințele contradictorii. În consecință, producătorii și utilizatorii aparate de măsurare, laboratoarele de încercări, etc. pot aplica simultan publicațiile OIML și pe cele ale altor organizații.

Recomandările Internaționale, Documentele, Ghidurile și Publicațiile de Bază sunt publicate în Limba Engleză (E) și traduse în Limba Franceză (F) și sunt subiecte ale unor revizii periodice.

Suplimentar, OIML publică sau participă la publicarea **Vocabularelor (OIML V)** și periodic însărcinează experți în metrologie legală să elaboreze **Rapoarte ale Experților (OIML E)**. Rapoartele Experților au rolul de a furniza informații și sfaturi, și sunt scrise numai din punctul de vedere al autorului, fără implicarea unui Comitet Tehnic sau a unui Subcomitet, și nici al CIML. Prin urmare ele nu reprezintă neapărat și punctul de vedere al OIML.

Această publicație – ILAC-G24 / OIML D 10, Ediția 2007 – a fost elaborată de către Comitetul de Acreditare ILAC și de către Comitetul Tehnic TC 4 al OIML *Standarde de măsurare și dispozitive de etalonare și verificare*. Această versiune înlocuiește OIML D 10 (Ediția 1984). A fost aprobată pentru publicare finală de către ILAC în Noiembrie 2005 și de către Comitetul Internațional de Metrologie Legală în 2002.

Publicațiile OIML pot fi descărcate de pe web site-ul OIML în format de fișier .PDF. Informații suplimentare despre publicațiile OIML pot fi obținute de la sediul central al Organizației:

Bureau International de Metrologie Legale
11, rue Turgot – 75009 Paris – France
Telephone: 33 (0)1 48 78 12 82
Fax: 33 (0)1 42 82 17 27
E-mail: biml@oiml.org
Internet: www.oiml.org

Ghid pentru determinarea intervalelor de etalonare a aparatelor de măsurare

Preambul

Acest Ghid este o revizie a OIML D 10. A fost elaborat de către ILAC (Internacional Laboratory Accreditation Cooperation) și de către OIML (Internacional Organizatioan of Legal Metrology) în cooperare și publicat ca atare.

Este important de evidențiat că:

- Nu este responsabilitatea organismelor de acreditare să învețe laboratoarele cum să-și conducă afacerile.
- Este responsabilitatea fiecărui laborator de a alege implementarea unora sau niciuneia dintre metodele descrise în acest Document în funcție de nevoile individuale și propriile evaluări de riscuri.
- Este de asemenea responsabilitatea laboratorului să evalueze eficacitatea metodei pe care alege să o implementeze și să își asume responsabilitatea pentru consecințele deciziilor luate ca rezultat al metodei alese.

Scop

Scopul acestui Document este să ofere laboratoarelor, mai ales când își proiectează sistemul de etalonare, îndrumări despre cum să determine intervalele de etalonare. Acest Document indentifică și descrie metodele care sunt disponibile și cunoscute pentru evaluarea intervalelor de etalonare.

Colectivul de Autori

Această publicație a fost dezvoltată de către OIML și ILAC în cooperare și ca o revizuire a OIML D 10. Din cadrul ILAC punctul focal a fost Comitetul de Acreditare.

1. Introducere

Un aspect important pentru menținerea capabilității unui laborator de a furniza rezultate ale măsurărilor trasabile și de încredere este determinarea perioadei maxime care ar trebui permisă între etalonări succesive (reetalonări) ale etaloanelor de referință sau a etaloanelor de lucru și a aparatelor de măsurare utilizate. Diferite standarde internaționale iau în considerare acest aspect, ex:

ISO/IEC 17025:2005 [1] conține următoarele cerințe:

Clauza 5.5.2: “Trebuie stabilite programe de etalonare pentru mărimile cheie sau valorile instrumentelor, acolo unde acestea au efecte semnificative asupra rezultatelor”.

Clauza 5.5.8: “Atunci când este posibil, toate echipamentele aflate sub controlul laboratorului și care necesită etalonări vor fi etichetate, codificate sau indentificate în orice alt fel pentru a indica starea etalonării, incluzând data când a fost făcută cea mai recentă etalonare și data sau criteriile de expirare când trebuie refăcută etalonarea”.

Clauza 5.6.1: “Toate echipamentele folosite pentru încercări și/sau etalonări, incluzând echipamente pentru măsurări suplimentare (ex: condiții de mediu), care are un efect semnificativ asupra exactității sau validității rezultatelor încercării, etalonării sau eșantionării vor fi etalonate înainte de a fi puse în serviciu. Laboratorul trebuie să aibă programe și proceduri pentru etalonarea echipamentelor sale”.

Notă: Un astfel de program trebuie să includă un sistem pentru selectarea, utilizarea, etalonarea, verificarea, controlul și mentenanța etaloanelor, a materialelor de referință utilizate ca etaloane și a echipamentelor de măsurare și încercare utilizate la realizarea încercărilor și etalonărilor.

ISO 9001:2000 [10] conține cerința:

Clauza 7.6: “Unde este necesar pentru a asigura rezultate valide, echipamentul de măsurare trebuie să: a) fie etalonat sau verificat la intervale specificate sau înainte de utilizare, față de etaloane trasabile la etaloane internaționale sau naționale; unde astfel de etaloane nu există, baza utilizată pentru etalonare sau verificare va fi înregistrată”.

Notă: Acest Document este focalizat pe determinarea intervalelor de etalonare a aparatelor de măsurare. Metodele descrise pot fi deasemenea utilizate într-un mod corespunzător pentru etaloane de referință, etaloane de lucru, etc., care se află sub controlul laboratorului.

În concordanță cu terminologia VIM [11], termenul “aparat de măsurare” este folosit în loc de “echipament de măsurare” în acest Document.

Scopul general al unei etalonări periodice este:

- să îmbunătățească estimarea deviației dintre o valoare de referință și o valoare obținută folosind un aparat de măsurare, și incertitudinea acestei deviații, la momentul când aparatul este utilizat;
- să reasigure incertitudinea care poate fi obținută cu aparatul de măsurare; și
- să confirme dacă a apărut sau nu o alterare a aparatului de măsurare care ar putea duce la dubii în privința rezultatelor obținute în perioada trecută.

Una dintre cele mai semnificative decizii privind etalonarea este “Când să fie făcută” și “Cât de des să fie făcută”. Un mare număr de factori influențează intervalul de timp care ar trebui să fie admis între etalonări și care trebuie să fie luate în calcul de către laborator. Cei mai importanți factori sunt:

- incertitudinea de măsurare cerută sau declarată de către laborator;
- riscul ca un aparat de măsurare să depășească limita maximă a erorii admise când se află în uz;
- costurile unor măsurări de corecție necesar a fi efectuate atunci când se constată că aparatul de măsurare nu a fost adecvat pe o lungă perioadă de timp;
- tipul aparatului;
- tendința de uzură și derivă;
- recomandarea producătorului;
- amploarea și severitatea utilizării;
- condițiile de mediu (condiții climaterice, vibrații, radiații ionizante, etc.);
- tendințe ale aparatului de măsurare obținute din înregistrările de la etalonări anterioare;
- istoricul înregistrat al lucrărilor de întreținere și reparații;
- frecvența verificărilor încrucișate cu alte etaloane de referință sau aparate de măsurare;
- frecvența și calitatea verificărilor intermediare de-a lungul timpului;
- condițiile de transport și riscurile; și
- gradul în care personalul de deservire este antrenat.

Cu toate că costul unei etalonări nu poate fi ignorat în mod normal în determinarea intervalelor de etalonare, incertitudinile de măsurare crescute sau un risc mai mare în asigurarea calității rezultatelor măsurării și a serviciilor cauzate de intervale lungi pot diminua costul aparent mare al unei etalonări.

Procesul de determinare a intervalelor de etalonare este un proces matematic și statistic complex care necesită date exacte și suficiente strânse în timpul procesului de etalonare. Aparent nu există cel mai bun mod practic care poate fi aplicat universal pentru stabilirea și ajustarea intervalelor de etalonare. Aceasta a creat o nevoie pentru înțelegerea mai bună a determinării intervalului de etalonare. Cum o singură metodă nu este potrivită pentru întreaga gamă de aparate de măsurare, unele din metodele mai simple de desemnare și revizuire a intervalului de etalonare și adaptarea acestora pentru anumite tipuri de aparate de măsurare sunt acoperite în acest Document. Metodele au fost publicate mai detaliat în anumite standarde (ex [2]), sau de către organizații tehnice cu reputație (ex [5],[6],[7]), sau în publicații științifice relevante.

Metodele pot fi utilizate pentru alegerea inițială a intervalului de etalonare și reajustarea acestor intervale pe baza experienței. Metodele dezvoltate în laborator sau metodele adoptate de către laborator pot fi deasemenea utilizate dacă sunt adecvate și dacă sunt validate.

Laboratorul trebuie să selecteze metodele potrivite și să le documenteze pe cele utilizate. Rezultatele etalonărilor ar trebui înregistrate și menținute ca istoric, pentru a sta la baza viitoarelor decizii de stabilire a intervalelor de etalonare a aparatelor de măsurare.

Independent de intervalele de etalonare stabilite, laboratorul trebuie să aibă un sistem adecvat care să asigure funcționarea corespunzătoare și starea etalonării etaloanelor și a aparatelor de măsurare utilizate între două etalonări succesive (vezi Clauzele 5.5.10 și 5.6.3.3 din ISO/IEC 17025:2005).

2. Alegerea inițială a intervalelor de etalonare

Decizia inițială în determinarea intervalului de etalonare se bazează pe următorii factori:

- recomandările producătorului aparatului de măsurare;
- așteptările privind amploarea și severitatea utilizării;
- influența mediului înconjurător;
- incertitudinea de măsurare cerută;
- erorile maxime admise (ex. de către autorități de metrologie legală);
- ajustări (sau modificări) ale aparatului de măsurare;
- influența cantității măsurate (ex. efectul temperaturii ridicate asupra termocupurilor); și
- informații publicate sau aflate în baze de date comune despre același aparat de măsurare sau aparate de măsurare similare.

Decizia trebuie luată de către o persoană sau de către persoane cu experiență generală în domeniul măsurărilor, sau a aparatelor de măsurare specifice care trebuie etalonate, și preferabil și cu cunoștințe despre intervalele de etalonare aplicate de alte laboratoare. O estimare ar trebui făcută pentru fiecare aparat de măsurare sau grup de aparate de măsurare pentru un interval de timp în care este probabil ca aparatul de măsurare să rămână sub eroarea maximă admisă după etalonare.

3. Metode pentru revizuirea intervalelor de etalonare

Odată ce intervalul de etalonare a fost stabilit pe baza unui algoritm de rutină, o ajustare a intervalelor de calibrare ar putea fi posibilă în scopul optimizării balanței între riscuri și costurile, așa cum s-a menționat în introducere. Probabil se va constata faptul că intervalele de etalonare alese inițial nu dau rezultatele optime dorite datorită unor cauze, de exemplu:

- aparatele de măsurare pot fi mai puțin de încredere decât s-a așteptat;
- regimul de utilizare poate să nu fie cel anticipat;
- s-ar putea să fie suficientă o etalonare limitată a anumitor aparate de măsurare în locul unei etalonări complete; și
- tendința de alunecare determinată de reetalonarea aparatelor de măsurare poate arăta că intervalele mai lungi de etalonare pot fi posibile fără creșterea riscurilor, etc.

O serie de metode este disponibilă pentru revizuirea intervalelor de etalonare. Metoda aleasă diferă dacă:

- aparatele de măsurare sunt tratate individual sau în grup (ex. după modelul producătorului sau după tip);
- aparatele de măsurare depășesc etalonarea prin tendințe manifestate în timp sau prin utilizare;
- aparatele de măsurare manifestă diferite tipuri de instabilități;
- aparatele de măsurare suferă ajustări/reglări; și
- sunt disponibile date, cu semnificația lor, referitoare la istoricul etalonărilor aparatelor de măsurare.

Așa numita “intuiție inginerescă” care a stabilit intervalele inițiale de etalonare, și un sistem care menține intervale fixe, fără revizuirii, nu sunt considerate demne de încredere și prin urmare nu sunt recomandate.

Metoda 1: Ajustarea automată sau “scara” (timp calendaristic)

De fiecare dată când un aparat de măsurat este etalonat pe bază de rutină, intervalul următor de etalonare este extins dacă se constată că acesta se află în limitele a ex. 80% din eroarea maximă permisă impusă pentru măsurare, sau redus dacă se constată că se află în afara limitelor erorii maxime permise. Acest răspuns în “scară” poate genera o ajustare rapidă a intervalelor de etaloanre și poate fi aplicat fără eforturi administrative. Când înregistrările sunt menținute și folosite, vor fi cunoscute eventualele probleme ale anumitor aparate de măsurare care reclamă modificări tehnice, sau acțiuni preventive de mentenanță.

Un dezavantaj al sistemelor care tratează aparatele de măsurare individual poate fi dificultatea de a menține o activitate uniformă și echilibrată privind etalonările, aceasta necesitând o planificare detaliată în avans.

Ar fi inadecvat să se stabilească un interval de etalonare la limita maximă folosind această metodă. Riscul de a retrage un număr mare de certificate / rapoarte emise sau de a refaca a un număr mare de activități este în ultima instanță inacceptabil.

Metoda 2: Grafic de control (timp calendaristic)

Graficul de control este unul din cele mai importante instrumente ale Controlului Statistic al Calității (SQC) și este bine descris în publicații (ex. [3],[4]). În principiu, funcționează astfel: Punctele semnificative ale etalonării sunt alese și rezultatele sunt proiectate într-un grafic funcție de timp. Din aceste puncte reprezentate grafic, atât împrăștierea rezultatelor cât și tendința sunt calculate, tendința fiind fie tendința principală pe un interval de etalonare, fie în cazul unor aparate de măsurare foarte stabile, tendința manifestată pe anumite intervale. Din aceste reprezentări, poate fi calculat intervalul optim.

Această metodă este dificil de aplicat (de fapt e foarte dificil de aplicat în cazul unor aparate de măsurare complexe) și în cele mai multe cazuri poate fi utilizată numai cu ajutorul procesării automate a datelor. Înainte de a se începe calculele, este necesară cunoașterea funcției de variabilitate a aparatului de măsurare, sau a aparatelor de măsurare similare. Și în acest caz este dificil să se obțină un echilibru al muncii depuse. În orice caz, o variație considerabilă a intervalelor de etalonare de la cele prescrise este permisibilă fără a invalida calculele; încrederea poate fi calculată și cel puțin teoretic oferă un interval de etalonare eficient. Mai mult decât atât, calculul împrăștierii rezultatelor va indica dacă limitele specificate de producător sunt rezonabile și analiza tendinței constatate poate ajuta la identificarea cauzelor tendinței.

Metoda 3: Timp “în uz”

Această metodă este o variantă a metodelor prezentate mai înainte. Metoda de bază rămâne neschimbată dar intervalul de etalonare este exprimat în ore de utilizare, iar nu în luni calendaristice. Aparatul de măsurare este acordat cu un sistem de indicare a timpului de utilizare rămas și este returnat pentru etalonare când acest sistem indică o valoare specificată. Exemple de astfel de aparate de măsurare sunt termocuplurile, folosite la temperaturi extreme, manometre cu pistoane și greutate, instrumente de măsurare pentru lungimi (aparate de măsurare care pot fi subiectul unei uzuri mecanice). Avantajul teoretic important al acestei metode este că numărul de etalonări efectuate și implicit costurile de etalonare sunt direct proporționale cu perioada de timp în care este utilizat aparatul de măsurare.

Mai mult decât atât, există o verificare automată a utilizării aparatului de măsurare. Totuși, există multe dezavantaje practice ale utilizării unei verificări automate, printre care:

- nu poate fi folosită cu aparate pasive (ex. atenuatoare) sau etaloane (rezistență, capacitate, etc.);
- nu trebuie folosită atunci când se cunoaște că un aparat de măsurare manifestă tendințe sau se deteriorează când este scos din uz și depozitat, sau când este manipulat, sau când face obiectul unui număr mare de cicluri scurte „pornit-oprit”;
- costul inițial al procurării și instalării indicatoarelor de timp adecvate este mare, și atât timp cât utilizatorii pot interfera cu acestea, supervizarea poate fi necesară, lucru care conduce la creșterea costurilor;
- este chiar mai dificil să se mențină o activitate liniștită, față de situațiile când se utilizează metodele menționate mai sus, dat fiind faptul că laboratorul (de etalonare) nu cunoaște data exactă când intervalul de etalonare se va sfârși.

Metoda 4: Verificarea în serviciu, sau testarea “cutia neagră”

Această metodă este o varianță a metodelor 1 și 2 și este aplicabilă în mod particular aparatelor de măsurare complexe sau consolelor de încercare. Parametrii critici sunt verificați frecvent (o dată pe zi sau mai des) cu o trusă portabilă de etalonare, sau preferabil, cu o “cutie neagră” făcută special pentru a verifica parametrii selecționați. Dacă aparatul de măsurare este găsit a fi în afara erorii maxim permise de către “cutia neagră”, este returnat pentru o etalonare completă.

Avantajul major al acestei metode este faptul că oferă disponibilitate maximă pentru utilizatorul aparatului de măsurare. Este foarte potrivită pentru aparatele de măsurare separate prin distanțe mari de laboratorul de etalonare, cu atât mai mult cu cât o etalonare completă se face numai atunci când se știe că aceasta este necesară. Dificultatea constă în stabilirea parametrilor critici și proiectarea “cutiei negre”.

Chiar dacă teoretic metoda este demnă de încredere, aceasta este într-o oarecare măsură lipsită de rigoare, deoarece aparatul de măsurare poate pica la unul din parametrii care nu sunt verificați de către “cutia neagră”. În plus, chiar caracteristicile “cutiei negre” pot să nu rămână constante.

Exemple de aparate de măsurare pentru care această metodă este potrivită sunt aparate de măsură pentru densitate (bazate pe rezonanță); termometre cu rezistență din platină (în combinație cu metode pe timp calendaristic); dosimetre (sursa inclusă); și aparate de măsurare pentru nivel sonor (sursa inclusă).

Metoda 5: Alte abordări statistice

Metode bazate pe analize statistice ale unui singur aparat de măsurare sau a unui tip de aparate de măsurare pot fi de asemenea o posibilă abordare. Astfel metode stârnesc din ce în ce mai mult interes, în special când sunt utilizate în combinație cu softuri adecvate. Un exemplu de astfel de soft și fundamentul său matematic este descris de către A. Lepek [9].

Când un număr mare de aparate de măsurare identice (grup de aparate de măsurare) trebuie etalonate, intervalul de etalonare poate fi revizuit cu ajutorul metodelor statistice. Exemple detaliate pot fi găsite, de exemplu în lucrarea lui L.F. Pau [7].

Comparația metodelor

Nici o metodă nu este potrivită perfect pentru întreaga serie de aparate de măsurare întâlnite (vezi Tabel 1). Mai mult decât atât, ar trebui reținut faptul că metoda aleasă va fi influențată de faptul dacă laboratorul intenționează sau nu să introducă planuri de mentenanță. Pot exista și alți factori care pot afecta alegerea metodei de către laborator. Metoda aleasă, în schimb, va afecta forma înregistrărilor care vor fi păstrate de către laborator.

	Metoda 1 “scara”	Metoda 2 grafic de control	Metoda 3 timp “în uz”	Metoda 4 “cutia neagră”	Metoda 5¹⁾ abordări statistice
Încredere	medie	ridică	medie	ridică	medie
Efort de aplicare	scăzut	ridicat	mediu	scăzut	ridicat
Echilibrarea cantității de muncă	medie	medie	slabă	medie	slabă
Aplicabilitate cu particularizare pentru anumite aparate de măsurare	medie	scăzută	ridică	ridică	scăzută
Necesar de dotare cu instrumente	mediu	mediu	mediu	ridicat	mediu

1)calificative mai bune se primesc când este utilizat un soft adecvat.

Tabel 1: Compararea metodelor de revizuire a intervalelor de etalonare

Bibliografie

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

- [2] ISO 10012-1, Editia:1992-10
Quality Assurance Requirements for Measuring Equipment;
Management of Measuring Equipment

- [3] Montgomery, D.C.:Introduction to Statistical Quality Control
John Wiley & Sons, 4th ed., 2000

- [4] ANSI/ASQC B1-B3-1996: Quality Control Chart Methodologies

- [5] Methods of reviewing calibration intervals
Electrical Quality Assurance Directorate
Procurement Executive, Ministry of Defense
United Kingdom (1973)

- [6] Establishing and Adjustment of Calibration Intervals
NCSL Recommended Practice RP-1, 1996

- [7] Pau, L.F.: Periodicite des Calibrations
Ecole Nationale Superieure des Telecommunications, Paris, 1978

- [8] Garfield, F.M.: Quality Assurance Principles for Analytical Laboratories
AOAC Int., 3rd Edition, 2000

- [9] Lepek, A.: Software for the prediction of measurement standards
NCSL International Conference, 2001

- [10] ISO 9001:2000
Quality management systems – Requirements

- [11] International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM),
BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, OIML. Published by ISO, Geneva, Switzerland, 2nd ed.,
1993