



ČESKÝ INSTITUT PRO AKREDITACI, o.p.s.

Opletalova 41, 110 00 Praha 1 – Nové Město

Dokumenty ILAC

ILAC – Mezinárodní spolupráce v akreditaci laboratoří

Číslo publikace: ILAC – G24:2007

Pokyny pro stanovení kalibračních intervalů měřicích přístrojů

Tento dokument byl vypracován výborem ILAC pro technicko-akreditační otázky a schválen k publikování valnou hromadou ILAC v roce 2007. Dokument popisuje, jak by měla laboratoř, zejména při vytváření svého kalibračního systému, stanovit kalibrační intervaly. Dokument určuje a popisuje metody, jež jsou k dispozici a jsou známé pro vyhodnocení kalibračních intervalů.

Tento dokument nesmí být dále rozšiřován.

leden 2008

OBSAH

Copyright (ILAC).....	2
Předmluva (OIML).....	3
Preambule.....	4
Účel	4
Autorství.....	4
1 Úvod.....	5
2 Počáteční výběr kalibračních intervalů.....	7
3 Metody přezkoumávání kalibračních intervalů	7
Metoda 1: Automatické seřízení neboli „staircase“ (kalendářní čas).....	8
Metoda 2: Kontrolní schéma (kalendářní čas).....	8
Metoda 3: Čas „používání“	8
Metoda 4: Kontrola během činnosti nebo zkoušení způsobem „černé skříňky“	9
Metoda 5: Další statistické přístupy	9
Porovnání metod	10
Literatura	11

Copyright (ILAC)**ILAC-G24:2007****© Copyright ILAC 2007**

ILAC podporuje autorizovanou reprodukci svých publikací nebo jejich částí organizacemi, které mají zájem o využívání takových materiálů pro oblasti související se vzděláváním, normalizací, akreditací, dobrými laboratorními praktikami nebo pro jiné účely, jež se vztahují k oblasti odborného působení nebo úsilí ILAC.

Organizace, jež usilují o povolení k reprodukci materiálu z publikací ILAC, musejí kontaktovat předsedu nebo sekretariát ILAC písemnou formou nebo elektronickými prostředky, jako je např. elektronická pošta.

Žádost o povolení by měla zřetelně uvádět:

- 1) publikaci ILAC nebo její část, pro kterou se povolení požaduje;
- 2) kde se reprodukováný materiál objeví a k čemu se bude používat;
- 3) zda bude dokument obsahující materiál ILAC distribuován komerčním způsobem, kde bude distribuován nebo prodáván a o jaké množství se bude jednat;
- 4) jakékoliv další průvodní informace, které mohou pomoci ILAC poskytnout příslušné svolení.

ILAC si vyhrazuje právo odmítnout svolení bez uvádění důvodů takového odmítnutí.

Dokument, ve kterém se reprodukováný materiál objeví, musí obsahovat prohlášení potvrzující příspěvek ILAC k danému dokumentu.

Svolení ILAC k reprodukci jejích materiálů platí pouze v takovém rozsahu, jak je uvedeno v počátečním požadavku. Jakákoliv změna deklarovaného použití materiálů ILAC musí být předem písemnou formou oznámena ILAC za účelem obdržení dalšího svolení.

ILAC nebude ručit za žádné použití svých materiálů v jiném dokumentu. Jakékoliv porušení výše uvedeného svolení k reprodukci nebo jakékoliv neoprávněné používání materiálů ILAC je přísně zakázáno a může vést k právním krokům.

Pro obdržení svolení nebo pro další asistenci se laskavě obraťte na:

The ILAC Secretariat

c/o NATA

PO Box 7507

Silverwater NSW 2128

Austrálie

Fax: +61 2 9743 5311

E-mail: ilac@nata.asn.au

Předmluva (OIML)

Mezinárodní organizace pro legální metrologii (OIML) je světovou mezivládní organizací, jejímž hlavním cílem je harmonizace předpisů a metrologických kontrol aplikovaných národními metrologickými službami nebo souvisejícími organizacemi svých členských států. Hlavní kategorie publikací OIML jsou:

- **Mezinárodní doporučení (OIML R)**, která jsou vzorovými předpisy, jež stanovují metrologické charakteristiky požadované od určitých měřicích přístrojů a které specifikují metody a zařízení pro kontrolu jejich shody. Členské státy OIML budou tato doporučení implementovat v co nejširším rozsahu;
- **Mezinárodní dokumenty (OIML D)**, které jsou informativní z hlediska povahy a které jsou určeny k harmonizaci a zlepšování práce v oblasti legální metrologie;
- **Mezinárodní pokyny (OIML G)**, které jsou rovněž informativní z hlediska své povahy a které jsou určeny k poskytování pokynů pro aplikaci určitých požadavků na legální metrologii; a
- **Mezinárodní základní publikace (OIML B)**, které definují operační pravidla různých struktur a systémů OIML.

Návrhy doporučení OIML, dokumentů a pokynů jsou vytvářeny technickými výbory nebo podvýbory, které zahrnují zástupce z členských států. Konzultačním způsobem se tohoto procesu zúčastňují též určité mezinárodní a regionální instituce. Smlouvy o spolupráci byly uzavřeny mezi OIML a určitými institucemi, jako jsou ISO a IEC, s cílem zabránit požadavkům, jež by byly v určitém rozporu. V důsledku toho mohou výrobci a uživatelé měřicích přístrojů, zkušební laboratoře, atd., souběžně používat publikace OIML a publikace jiných institucí.

Mezinárodní doporučení, dokumenty, pokyny a základní publikace jsou vydávány v angličtině (E) a překládány do francouzštiny (F) a podléhají periodickým revizím.

Kromě toho OIML vydává nebo se zúčastňuje vydávání **slovníků (OIML V)** a periodicky angažuje experty v oboru legální metrologie za účelem sepsání **expertních zpráv (OIML E)**. Účelem expertních zpráv je poskytovat informace a doporučení a tyto zprávy jsou psány výhradně z hlediska jejich autora bez zapojení technického výboru nebo podvýboru i bez zapojení CIML. Z tohoto důvodu nepředstavují nutně názory OIML.

Tato publikace – referenční označení ILAC-G24 / OIML D 10, vydání z roku 2007 – byla vytvořena výborem pro akreditaci ILAC a OIML TC 4 *Etalony měření a kalibrační a ověřovací zařízení*. Tato verze nahrazuje OIML D 10 (vydání 1984). Pro finální publikaci byla schválena ze strany ILAC v listopadu 2005 a Mezinárodním výborem legální metrologie v roce 2002.

Publikace OIML je možno stáhnout z internetových stránek OIML ve formě PDF souborů. Další informace o publikacích OIML je možno získat od ústředí organizace:

Bureau International de Métrologie Légale
11, rue Turgot - 75009 Paris - Francie
Telefon: 33 (0)1 48 78 12 82
Fax: 33 (0)1 42 82 17 27
E-mail: biml@oiml.org
Internet: www.oiml.org

POKYNY PRO STANOVENÍ KALIBRAČNÍCH INTERVALŮ MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ

Preamble

Tento dokument s pokyny je revizí OIML D 10. Byl navržen ILAC (Mezinárodní spolupráce pro akreditaci laboratoří) a OIML (Mezinárodní organizace pro legální metrologii) jako jejich společný materiál a jako takový je publikován.

Je důležité zdůraznit, že:

- není odpovědností akreditačních orgánů učít laboratoře, jak mají provádět svou činnost;
- je odpovědností každé jednotlivé laboratoře, aby si vybrala k realizaci jakoukoliv nebo žádnou z metod popsaných v tomto dokumentu na základě svých individuálních potřeb a svého individuálního posouzení rizik;
- je rovněž odpovědností laboratoře, aby vyhodnotila efektivitu metody, kterou si vybere k implementaci, a aby převzala odpovědnost za důsledky rozhodnutí učiněných v důsledku zvolené metody.

Účel

Účelem tohoto dokumentu je poskytnout laboratořím, zejména při vytváření jejich kalibračního systému, pokyny k tomu, jak určovat kalibrační intervaly. Tento dokument určuje a popisuje metody, jež jsou k dispozici a jsou známé pro vyhodnocení kalibračních intervalů.

Autorství

Tato publikace byla vypracována OIML a ILAC jako společné dílo a jako revize dokumentu OIML D 10. V rámci ILAC je ústředním bodem výboru pro akreditaci.

1 Úvod

Významným aspektem pro zachování schopnosti laboratoře vytvořit návazné a spolehlivé výsledky měření je stanovení maximální doby, která by měla být povolena mezi po sobě jdoucími kalibracemi (rekalibracemi) referenčních nebo pracovních etalonů a používaných měřicích přístrojů. Tento aspekt berou v úvahu různé mezinárodní normy, např.:

Norma ISO/IEC 17025:2005 [1] obsahuje následující požadavky:

Odstavec 5.5.2: „Pro klíčové veličiny nebo hodnoty přístrojů musí být v případě, mají tyto parametry významný vliv na výsledky, zavedeny kalibrační programy“.

Odstavec 5.5.8: „Pokud je to z praktického hlediska možné, musí být veškeré zařízení, které je řízeno laboratoří a které vyžaduje kalibraci, opatřeno štítkem, kódem nebo jinak identifikováno za účelem udání stavu kalibrace včetně data poslední kalibrace a data nebo termínu, kdy je třeba provést následnou kalibraci“.

Odstavec 5.6.1 „Veškeré zařízení používané pro zkoušení a/nebo kalibrace, včetně zařízení pro podpůrná měření (např. pro měření podmínek), významně ovlivňující přesnost nebo platnost výsledků zkoušek, kalibrací nebo vzorkování, musí být před uvedením do provozu kalibrováno. Laboratoř musí mít zaveden program a postup pro kalibraci svého zařízení“.

POZNÁMKA *Tento program má zahrnovat systém pro volbu, používání, kalibraci, kontrolu, řízení a údržbu etalonů (standardů), referenčních materiálů používaných jako etalony (standardy) a měřicího a zkušebního zařízení používaného pro provádění zkoušek a kalibrací.*

Norma ISO 9001:2000 [10] obsahuje tento požadavek:

Odstavec 7.6: „V případě, že je nezbytné zajistit platné výsledky, měřicí zařízení musí být:

a) ve specifikovaných intervalech nebo před použitím kalibrováno nebo ověřováno podle etalonů navázaných na mezinárodní nebo národní etalony; v případě že takové etalony neexistují, musí se základ použitý pro kalibraci nebo ověřování zaznamenat“.

POZNÁMKA: Tento dokument se zaměřuje na stanovení kalibračních intervalů měřicích přístrojů. Popsané metody je rovněž možno využít odpovídajícím způsobem pro referenční etalony, pracovní etalony, atd., které jsou pod kontrolou laboratoře.

V souladu s terminologií VIM [11] se v tomto dokumentu používá termín „měřicí přístroj“ namísto termínu „měřicí zařízení“.

Obecným účelem periodické kalibrace je:

- zlepšit odhad odchylky mezi referenční hodnotou a hodnotou získanou za použití měřicího přístroje a nejistoty u této odchylky v době, kdy se příslušný přístroj skutečně používá;
- znovu potvrdit nejistotu, kterou je možno dosáhnout pomocí příslušného měřicího přístroje; a
- potvrzení, zda došlo či nedošlo k nějaké změně měřicího přístroje, která by mohla vnést pochybnost ohledně výsledků dosažených v uplynulém období.

Jedním z nejvýznamnějších rozhodnutí, jež se týkají kalibrace, je „Kdy ji provádět“ a „Jak často ji provádět“. Velké množství faktorů ovlivňuje časový interval, který by měl být povolen mezi kalibracemi a který by laboratoř měla vzít v úvahu.

Nejdůležitějšími faktory jsou:

- nejistota měření požadovaná nebo deklarována laboratoří;
- riziko, že měřicí přístroj překročí meze maximální přípustné chyby při používání;
- náklady na nezbytná nápravná opatření, pokud se zjistí, že přístroj již po dlouhou dobu neposkytuje odpovídající výsledky;
- typ přístroje;
- tendence k opotřebením a driftu;
- doporučení výrobce;
- rozsah a náročnost používání;
- podmínky prostředí (klimatické podmínky, vibrace, ionizační záření, atd.);
- údaje o trendech získané z předchozích kalibračních záznamů;
- zaznamenaná historie údržby a servisu;
- frekvence vzájemných kontrol vzhledem k jiným referenčním normám nebo měřicím zařízením;
- četnost a kvalita průběžných kontrol mezi kalibracemi;
- opatření pro přepravu a příslušná rizika; a
- úroveň zaškolení pracovníků obsluhy.

Přestože náklady na kalibraci nemohou být za normálních okolností ignorovány při stanovení kalibračních intervalů, mohou zvýšené nejistoty měření nebo vyšší rizika z hlediska kvality měření a služeb, jež vyplývají z delších intervalů, zmírňovat význam na první pohled vysokých nákladů na kalibraci.

Proces stanovení kalibračních intervalů je složitý matematický a statistický proces, který vyžaduje odebrání přesných a dostatečných dat během kalibračního procesu. Zdá se, že neexistují žádné univerzálně použitelné jednotné nejlepší praktiky pro stanovení a upravování kalibračních intervalů. To vede k vytvoření potřeby lepšího chápání stanovení kalibračních intervalů. Vzhledem k tomu, že žádná jednotná metoda není ideálně vhodná pro celé spektrum měřicích přístrojů, některé z jednodušších metod přiřazení a přezkoumání kalibračního intervalu a jejich vhodnost pro různé typy přístrojů jsou předmětem tohoto dokumentu. Příslušné metody byly podrobněji publikovány v určitých normách (např. [2]) nebo renomovanými technickými organizacemi (např. [5], [6], [7]) nebo v příslušných vědeckých časopisech.

Dané metody je možno použít pro počáteční výběr kalibračních intervalů a opětovnou úpravu těchto intervalů na základě zkušeností. Laboratorně vyvinuté metody nebo metody přijaté laboratoří je rovněž možno použít, pokud jsou vhodné a pokud jsou validovány.

Laboratoř by měla zvolit vhodné metody a měla by zdokumentovat používané metody. Výsledky kalibrací by měly být shromažďovány jako historická data, aby bylo možno vytvořit základ pro budoucí rozhodnutí o kalibračních intervalech daných přístrojů.

Nezávisle na stanovených kalibračních intervalech by laboratoř měla mít odpovídající systém pro zajištění řádného funkčního a kalibračního stavu etalonů a měřicích přístrojů používaných mezi kalibracemi (viz odstavce 5.5.10 a 5.6.3.3 normy ISO/IEC 17025:2005).

2 Počáteční výběr kalibračních intervalů

Počáteční rozhodnutí při stanovení kalibračního intervalu je založeno na následujících faktorech:

- doporučení výrobce přístroje;
- očekávaný rozsah a náročnost použití;
- vliv prostředí;
- požadovaná nejistota při měření;
- maximální přípustné chyby (např. ze strany orgánů legální metrologie);
- nastavení (nebo změna) jednotlivého přístroje;
- vliv měřené veličiny (např. vlivy vysokých teplot na termočlánky); a
- shromážděná nebo zveřejněná data o stejných nebo obdobných zařízeních.

Příslušné rozhodnutí by mělo být učiněno osobou nebo osobami s obecnými zkušenostmi v oblasti měření nebo konkrétních přístrojů, jejichž kalibrace se má provádět, a pokud možno též se znalostí intervalů používaných jinými laboratořemi. Měl by být proveden odhad pro každý přístroj nebo skupinu přístrojů vzhledem k délce času po kalibraci, po který daný přístroj pravděpodobně zůstane v rámci maximální přípustné chyby po kalibraci.

3 Metody přezkoumávání kalibračních intervalů

Jakmile je zavedena rutinní kalibrace, mělo by být možno provádět úpravu kalibračních intervalů za účelem optimalizace vztahu rizik a nákladů, jak je uvedeno v úvodní části. Je pravděpodobné, že bude zjištěno, že intervaly, jež byly vybrány na počátku, neposkytují požadované optimální výsledky z řady důvodů, jimiž mohou být například tyto:

- přístroje mohou být méně spolehlivé, než se očekávalo;
- používání nemusí být takové, jak se předpokládalo;
- je možné, že bude postačovat provedení pouze omezené kalibrace u určitých přístrojů namísto plné kalibrace; a
- drift určený rekalibrací přístrojů může ukázat, že lze umožnit delší kalibrační intervaly bez zvýšení rizik, atd.

K dispozici je řada metod pro přezkoumání kalibračních intervalů. Zvolená metoda se liší podle toho, zda:

- je s příslušnými přístroji nakládáno jednotlivě nebo jako se skupinami (např. podle modelu výrobce nebo podle typu);
- přístroje překračují kalibraci v důsledku časově průměrné nestálosti nulového bodu přístroje (časového driftu) nebo používáním;
- přístroje vykazují různé typy nestability;
- přístroje procházejí seřízeními; a
- jsou k dispozici data a je přikládán význam historii kalibrace přístrojů.

Takzvaná „inženýrská intuice“, která stanovila počáteční kalibrační intervaly, a systém, který udržuje pevné intervaly bez přezkoumání, se nepovažují za dostatečně spolehlivé a z tohoto důvodu se nedoporučují.

Metoda 1: Automatické seřízení neboli „staircase“ (kalendářní čas)

Vždy, když dojde ke kalibraci přístroje v rámci pravidelného procesu, je následný interval prodloužen, pokud se zjistí, že se přístroj pohybuje v rámci např. 80 % maximální přípustné chyby, která je požadována pro měření, nebo zkrácen, pokud se zjistí, že se přístroj dostal mimo rámec této maximální přípustné chyby. Tato „schodišťová“ odezva může vytvořit rychlé seřízení intervalů a lze jej snadno provádět bez administrativního úsilí. Když budou udržovány a používány záznamy, budou známy případné problémy se skupinou přístrojů indikující potřebu technické úpravy nebo preventivní údržby.

Určitou nevýhodou při individuálním nakládání s přístroji může být skutečnost, že je obtížné udržovat kalibrační pracovní zátěž v hladkém a vyrovnaném stavu a že vyžaduje podrobné plánování dopředu.

Bylo by nežádoucí brát interval k extrémům při použití této metody. Rizika související s odejmutím velkých počtů vystavených osvědčení nebo předělávání velkých počtů zakázek mohou být ve svém důsledku neakceptovatelná.

Metoda 2: Kontrolní schéma (kalendářní čas)

Tvorba kontrolních schémat je jedním z nejdůležitějších nástrojů statistického řízení jakosti (SQC) a je dostatečně popsána v publikacích (např. [3], [4]). V zásadě funguje následujícím způsobem: Provede se výběr významných kalibračních bodů a příslušné výsledky jsou zaznamenány proti času. Z těchto záznamů se počítá rozptyl výsledků i drift, přičemž tento drift je buď chápán jako střední kolísání na celém kalibračním intervalu nebo v případě velmi stabilních přístrojů jako drift (tj. nestabilita nulového bodu) pro několik intervalů. Z těchto hodnot je pak možno vypočítat optimální interval.

Tato metoda se však obtížně aplikuje (v podstatě je velmi obtížně aplikovatelná v případě složitých přístrojů) a prakticky je možno tuto metodu použít pouze s automatickým zpracováním dat. Předtím, než je možno zahájit výpočty, požadují se značné znalosti pravidla variability přístroje nebo obdobných přístrojů. Opět je obtížné dosáhnout vyrovnanou pracovní zátěž. Je však přípustná značná odchylka kalibračních intervalů od předepsaných intervalů, aniž by to vedlo k neplatnosti výpočtů; je možno vypočítat spolehlivost a přinejmenším teoreticky poskytuje efektivní kalibrační interval. Výpočet rozptylu výsledků bude navíc indikovat, zda jsou specifikační omezení výrobce důvodná, a analýza zjištěného driftu, jež bude zjištěna, může napomoci při indikaci jeho příčiny.

Metoda 3: Čas „používání“

Jedná se o určitou variaci předchozích metod. Základní metoda zůstává beze změny, ale kalibrační interval je vyjádřen v hodinách používání namísto kalendářních měsíců. Přístroj je vybaven s indikátorem uplynulého času a je vrácen ke kalibraci, když tento indikátor dosáhne stanovené hodnoty. Příklady přístrojů jsou termočlánky používané při extrémních teplotách, pístový tlakoměr pro tlak plynu, délková měřidla (např. přístroje, které mohou podléhat mechanickému opotřebení). Významnou teoretickou výhodou této metody je skutečnost, že počet provedených kalibrací a tím i náklady na kalibrace se mění přímo úměrně s délkou času, po který se přístroj používá.

Kromě toho dochází k automatické kontrole využití přístroje. S použitím automatické kontroly je však spojeno mnoho praktických nevýhod, včetně následujících faktorů:

- není možno tuto kontrolu použít u pasivních přístrojů (například zeslabovačů) nebo etalonů (odpor, kapacitní reaktance, atd.);
- neměla by se používat, když je u přístroje známo, že vykazuje drift nebo zhoršuje svou výkonnost, když je uložen nebo když je s ním manipulováno nebo když je vystaven řadě krátkých cyklů typu zapnuto-vypnuto;
- počáteční náklady na zajištění a instalaci vhodných časovačů jsou vysoké a jelikož s nimi uživatelé mohou manipulovat, požaduje se nad nimi dohled, což bude opět dále zvyšovat náklady;
- je ještě obtížnější dosáhnout hladký pracovní tok, než je tomu v případě výše uvedených metod, neboť (kalibrační) laboratoř nemá žádné znalosti ohledně data, ke kterému se příslušný kalibrační interval ukončí.

Metoda 4: *Kontrola během činnosti nebo zkoušení způsobem „černé skříňky“*

Jedná se o určitou variaci metod 1 a 2 a je zvláště vhodná pro složité přístroje nebo zkušební konzole. Kritické parametry se kontrolují často (jednou denně nebo i častěji) pomocí přenosného kalibračního přístroje nebo pokud možno pomocí „černé skříňky“ vytvořené specificky pro kontrolu vybraných parametrů. Pokud se pomocí „černé skříňky“ zjistí, že daný přístroj je mimo maximální přípustnou chybu, je vrácen k plné kalibraci.

Velkou výhodou této metody je skutečnost, že poskytuje maximální dostupnost pro uživatele přístroje. Je velmi vhodná pro přístroje geograficky oddělené od kalibrační laboratoře, neboť kompletní kalibrace je provedena až tehdy, když je známo, že je žádoucí. Problém spočívá v rozhodnutí o kritických parametrech a v navržení „černé skříňky“.

Přestože je daná metoda teoreticky velmi spolehlivá, je mírně nejednoznačná, neboť přístroj může vykazovat poruchu u nějakého parametru, který není měřen „černou skříňkou“. Kromě toho platí, že charakteristiky samotné „černé skříňky“ nemusejí zůstat konstantní.

Příklady přístrojů vhodných pro tuto metodu jsou měřidla hustoty (rezonačního typu); Pt-odporové teploměry (ve spojení s metodami na bázi kalendářního času); dozimetry (včetně zdroje) a měřiče hladiny hluku (včetně zdroje).

Metoda 5: *Další statistické přístupy*

Metody založené na statistické analýze jednotlivého přístroje nebo typu přístroje mohou být rovněž jedním z možných přístupů. Tyto metody získávají stále více na zájmu, zejména když se používají v kombinaci s odpovídajícími softwarovými nástroji. Určitým příkladem takového softwarového nástroje a jeho matematického pozadí je příklad, který popisuje A. Lepek [9].

Když má být prováděna kalibrace velkých počtů stejných přístrojů (tj. skupin přístrojů), je možno kalibrační intervaly přezkoumat za pomoci statistických metod. Podrobné příklady je možno nalézt například v práci L.F. Pau [7].

Porovnání metod

Žádná metoda není ideálně vhodná pro úplné spektrum přístrojů, s nimiž se pracuje (viz tabulka 1). Kromě toho je třeba poznamenat, že na zvolené metody bude mít vliv to, zda má příslušná laboratoř v úmyslu zavést plánovanou údržbu. Mohou se však vyskytnout ještě další faktory, které budou ovlivňovat výběr metody příslušnou laboratoří. Zvolená metoda pak bude mít vliv na formu vedených záznamů.

	Metoda 1 „staircase“	Metoda 2 kontrolní schéma	Metoda 3 čas „používání“	Metoda 4 „černá skříňka“	Metoda 5 ¹⁾ další statistické přístupy
Spolehlivost	střední	vysoká	střední	vysoká	střední
Aplikační úsilí	nízké	vysoké	střední	nízké	vysoké
Vyrovnaná pracovní zátěž	střední	střední	špatná	střední	špatná
Aplikovatelnost vzhledem ke konkrétním zařízením	střední	nízká	vysoká	vysoká	nízká
Dostupnost přístrojů	střední	střední	střední	vysoká	střední

¹⁾ Pro použití odpovídajícího softwarového nástroje je dosaženo lepšího odstupňování

Tabulka 1: Porovnání metod při přezkoumání kalibračních intervalů

Literatura

- [1] ISO/IEC 17025:2005
Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří
- [2] ISO 10012-1, vydání: 1992-01
Požadavky zabezpečování jakosti pro měřicí zařízení;
Management měřicích zařízení
- [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.: Périodicité des Calibrations
Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, 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
Systémy managementu jakosti – požadavky
- [11] Mezinárodní slovník základních a obecných termínů v metrologii (VIM),
BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, OIML. Vydala ISO, Ženeva, Švýcarsko, 2. vydání, 1993