
Norādījumu **ILAC-G24**
sērija

2022. gada
izdevums (E)

Starptautisks **OIML D 10**
dokuments

2022. gada izdevums
(E)

Mēriekārtu atkārtotas kalibrēšanas intervālu noteikšanas
vadlīnijas

STARPTAUTISKĀ
LABORATORIJU
AKREDITĀCIJAS
KOOPERĀCIJA



STARPTAUTISKĀ
REGLAMENTĒTĀS
METROLOGIJAS
ORGANIZĀCIJA

Saturs

Priekšvārds (<i>ILAC</i>).....	3
Priekšvārds (<i>OIML</i>).....	5
1. Ievads	6
2. Darbības joma.....	6
3. Termins un definīcijas	6
4. Vispārīgi	12
5. Sākotnējā atkārtotas kalibrēšanas intervālu izvēle.....	14
6. Atkārtotas kalibrēšanas intervālu pārskatīšanas metodes	15
6.1. Vispārīgie principi	15
6.2. Pirmā metode. Automātiska pielāgošana jeb “trepe” (kalendārais laiks)	16
6.3. Otrā metode. Kontroles diagramma (kalendārais laiks)	16
6.4. Trešā metode. Lietošanas laiks	17
6.5. Ceturtā metode. Eksploatācijas pārbaude jeb testēšana ar “melno kasti”	17
6.6. Piektā metode. Citas statistiskas pieejas	18
6.7. Atkārtotas kalibrēšanas intervālu pārskatīšanas metožu salīdzinājums.....	18
7. Bibliogrāfija	20

Priekšvārds (*ILAC*)

ILAC ir starptautiska asociācija laboratoriju, inspicēšanas institūciju, prasmes pārbaudes organizētāju, references materiālu ražotāju un bioloģisko datu banku akreditācijas jomā, un tās biedri ir akreditācijas iestādes un ieinteresētās organizācijas visā pasaulē.

Tā ir pārstāvošā organizācija, kas nodarbojas ar:

- akreditācijas prakses un procedūru izstrādi;
- akreditācijas kā tirdzniecības atvieglošanas rīka veicināšanu;
- vietējā un valsts līmeņa pakalpojumu sniegšanas atbalstu;
- palīdzību akreditācijas sistēmu izstrādē;
- kompetento testēšanas (tostarp medicīnas) un kalibrēšanas laboratoriju, inspicēšanas institūciju, prasmes pārbaudes organizētāju, references materiālu ražotāju un bioloģisko datu banku atzīšanu visā pasaulē.

ILAC aktīvi sadarbojas ar citām attiecīgajām starptautiskajām organizācijām, lai īstenotu šos mērķus.

ILAC veicina tirdzniecību un atbalsta regulatorus, īstenojot pasaules mērogā akreditācijas iestāžu (AI) savstarpējas atzīšanas nolīgumu – *ILAC* nolīgumu. Dati un testēšanas rezultāti, ko izdevušas *ILAC* akreditācijas iestādes biedru akreditētās laboratorijas, inspicēšanas institūcijas, prasmes pārbaudes organizētāji un references materiālu ražotāji, kopā dēvētas par atbilstības novērtēšanas iestādēm (ANI), izmantojot šo nolīgumu, tiek atzīti visā pasaulē. Tāpēc tiek mazināti tehniskie tirdzniecības šķēršļi, piemēram, produktu atkārtota testēšana ikreiz, kad tie ienāk jaunā ekonomikā, lai palīdzētu īstenot brīvas tirdzniecības mērķi “vienreiz akreditēts, visur atzīts”.

Turklāt akreditācija mazina riskus uzņēmumiem un to klientiem, garantējot, ka akreditētas ANI ir kompetentas veikt darbu, ko tās uzņemas savā akreditācijas sfērā.

Turklāt regulatori plaši izmanto akreditēto iestāžu rezultātus sabiedrības labumam, sniedzot tādus pakalpojumus, kas veicina nepiesārņotu vidi, nekaitīgu pārtiku, tīru ūdeni, elektroapgādes, veselības un sociālās aprūpes pakalpojumus.

Akreditācijas iestādēm, kas ir *ILAC* biedres, un ANI, ko tās akreditē, ir jāpilda attiecīgie starptautiskie standarti un piemērojamie *ILAC* prasību dokumenti šo standartu saskaņotai īstenošanai.

Akreditācijas iestādēm, lai parakstītu *ILAC* nolīgumu, oficiāli izveidotas un atzītas reģionālās sadarbības institūcijas veic salīdzinošo novērtēšanu, izmantojot *ILAC* noteikumus un procedūras, pirms šīs akreditācijas iestādes kļūst par *ILAC* nolīguma parakstītājām.

ILAC tīmekļvietnē ir sniegta plaša informācija par tādām tēmām kā akreditācija, atbilstības novērtēšana, tirdzniecības veicināšana, kā arī sniegta tās biedru kontaktinformācija. Sīkāku informāciju, kas parāda akreditēta atbilstības novērtējuma vērtību regulatoriem un sabiedriskajam sektoram, sniedzot situāciju analīzi un neatkarīgus pētījumus, var atrast arī vietnē www.publicsectorassurance.org.

Plašāku informāciju var saņemt:

ILAC Secretariat

PO Box 7507

Silverwater NSW 2128

Australia

Tālrunis: +61 2 9736 8374

E-pasts: ilac@nata.com.au

Tīmekļvietne: www.ilac.org



@ILAC_Official



<https://www.youtube.com/user/IAFandILAC>

© ***ILAC*** autortiesības 2022

Pavairot *ILAC* publikācijas vai to daļas tiek mudinātas organizācijas, kas vēlas izmantot šos materiālus ar izglītību, standartizāciju, akreditāciju saistītās jomās vai citiem mērķiem, kuri attiecas uz *ILAC* kompetences jomu vai centieniem. Dokumentā, kas satur reproducēto materiālu, ir jābūt apliecinājumam, kas apstiprina *ILAC* ieguldījumu dokumenta izstrādē.

Priekšvārds (*OIML*)

Starptautiskā reglamentētās metroloģijas organizācija (*OIML*) ir pasaules mēroga starpvaldību organizācija, kuras pamatmērķis ir saskaņot noteikumus un metroloģiskās kontroles procedūras, ko izmanto dalībvalstu metroloģiskie dienesti vai līdzīgas organizācijas. Galvenās *OIML* publikāciju kategorijas ir šādas:

- **starptautiskie ieteikumi (*OIML R*)**, kas ir paraugnoteikumi, kuros noteikti konkrētu mērinstrumentu metroloģiskie raksturlielumi un kuros precizētas metodes un aprīkojums mērinstrumentu atbilstības noteikšanai. *OIML* dalībvalstīm šie ieteikumi ir jāīsteno pēc iespējas pilnīgāk;
- **starptautiskie dokumenti (*OIML D*)**, kas ir informatīvi dokumenti un kas ir izstrādāti, lai uzlabotu metroloģisko dienestu darbu;
- **starptautiskie norādījumi (*OIML G*)**, kas arī ir informatīvi dokumenti un kas ir izstrādāti, lai sniegtu vadlīnijas noteiktu reglamentētās metroloģijas prasību piemērošanai, un
- **galvenās starptautiskās publikācijas (*OIML B*)**, kas nosaka dažādu *OIML* struktūru un sistēmu darbības noteikumus.

OIML ieteikumu, dokumentu un norādījumu projektus izstrādā projektu grupas, kas saistītas ar tehniskajām komitejām vai apakškomitejām, kuru sastāvā ir *OIML* dalībvalstu pārstāvji. Šajā darbā kā konsultanti piedalās arī atsevišķas starptautiskas un reģionālas iestādes. Starp *OIML* un atsevišķām organizācijām, piemēram, ISO un IEC, ir noslēgti sadarbības līgumi, lai izvairītos no pretrunīgām prasībām. Tādējādi mērinstrumentu ražotāji un lietotāji, testēšanas laboratorijas u. c. var vienlaicīgi izmantot gan *OIML*, gan citu organizāciju publikācijas.

Starptautiskos ieteikumus, dokumentus, norādījumus un pamatpublikācijas publicē franču (F) un angļu (E) valodā un tos periodiski pārskata.

Turklāt *OIML* piedalās apvienotās komitejās kopā ar citām institūcijām, lai izstrādātu **vārdnīcas (*OIML V*)** un **kopīgos norādījumus**, un regulāri uzdod reglamentētās metroloģijas ekspertiem sagatavot **ekspertu ziņojumus (*OIML E*)**. Ekspertu ziņojumi ir paredzēti informācijas sniegšanai un konsultēšanai un atspoguļo tikai to autoru viedokli, neiesaistot ne tehnisko komiteju vai apakškomiteju, ne arī *OIML*. Tādējādi tie ne vienmēr pārstāv *OIML* viedokli.

Šo publikāciju – atsauce ILAC-G24 / *OIML D 10*, 2022. gada izdevums – ir izstrādājusi *ILAC* Akreditācijas komiteja un *OIML TC 4 Measurement standards and calibration and verification devices* [Mērījumu standarti un kalibrēšanas un verificēšanas ierīces]. Galīgai publicēšanai to 2022. gada decembrī apstiprināja *ILAC* un 2022. gada oktobrī – Starptautiskā reglamentētās metroloģijas komiteja tās 57. sanāsmē, un tā tiks iesniegta Starptautiskajai reglamentētās metroloģijas konferencei oficiālai apstiprināšanai. Šis *D 10* izdevums aizstāj iepriekšējo 2007. gada izdevumu.

OIML publikācijas var lejupielādēt *OIML* tīmekļvietnē PDF datņu veidā. Papildu informāciju par *OIML* publikācijām var iegūt no organizācijas galvenās mītnes:

Bureau International de Métrologie Légale
11, rue Turgot, 75009 Paris, France
Tālrunis: 33 1 48 78 12 82
Fakss: 33 1 42 82 17 27

1. Ievads

1.1. Šo norādījumu dokumentu kopīgi ir izstrādājušas *OIML* (Starptautiskā reglamentētās metroloģijas organizācija) un *ILAC* (Starptautiskā laboratoriju akreditācijas kooperācija), un šī publikācija ir to kopdarbs.

1.2. Ir svarīgi norādīt, ka:

- a) katras laboratorijas pienākums ir izvēlēties īstenot kādu no šajā dokumentā aprakstītajām metodēm vai neīstenot nevienu no tām, pamatojoties uz tās individuālajām vajadzībām un riska novērtējumiem;
- b) katras laboratorijas pienākums ir arī novērtēt ieviestās(-to) metodes(-žu) efektivitāti. Laboratorijai būtu jāuzņemas atbildība arī par sekām, ko rada metodes(-žu) izvēle.

2. Darbības joma

2.1. Šā dokumenta mērķis ir sniegt laboratorijām norādījumus par metodēm, ko izmanto, lai noteiktu un pārskatītu to kontrolē esošo mēriekārtu atkārtotas kalibrēšanas intervālus, kas ir laboratorijas kalibrēšanas programmas izveides sastāvdaļa. Šis dokuments ir piemērojams arī citām atbilstības novērtēšanas iestādēm (piemēram, inspicēšanas institūcijām un sertifikācijas iestādēm) un citām pusēm (piemēram, ražotājiem), kas izmanto mēriekārtas.

3. Terminu un definīcijas

Ja vien turpmākajos apakšpunktos nav norādīts citādi, šajā dokumentā izmantotā terminoloģija atbilst terminoloģijai, kas noteikta VIM3 [1], ISO/IEC 17000 [12], ISO/IEC 17020 [13], ISO/IEC 17025 [3], ISO/IEC 17065 [17] un CIPM MRA-G-13 [2].

Šajā dokumentā piemēro turpmāk sniegtās definīcijas un saīsinājumus. Dažiem 3. punktā sniegtajiem terminiem ir norādīti alternatīvi termini, kuru definīcija tiek uzskatīta par identisku. Ar frāzi “attiecībā uz D 10” apzīmē tekstu, kas nav iekļauts atsaucēs dokumentos sniegtajās definīcijās (piemēram, papildu skaidrojošajās piezīmēs, kas īpaši attiecas uz šajā dokumentā izmantotajiem terminiem).

3.1. Akreditācijas iestāde (ISO/IEC 17000, 4.7. punkts)

Pilnvarotā iestāde, kas veic akreditāciju.

Piezīme. Akreditācijas iestādes pilnvaras var piešķirt valdība, valsts iestādes, to var iegūt līgumu ietvaros, pamatojoties uz pieņemšanu tirgū vai no shēmas īpašniekiem.

3.2. Mērīšanas sistēmas regulēšana (VIM3, 3.11. punkts)

Regulēšana

Darbību kopums, ko veic ar mērīšanas sistēmu, lai nodrošinātu, ka tā sniedz noteiktus rādījumus atbilstoši dotajām daudzuma vērtībām.

1. *piezīme.* Mērīšanas sistēmas regulēšanas veidi ir mērīšanas sistēmas nullstāvokļa regulēšana, korektīvā regulēšana un intervāla regulēšana (dažkārt saukta par jutīguma regulēšanu).
2. *piezīme.* Mērīšanas sistēmas regulēšanu nedrīkstētu jaukt ar kalibrēšanu, kas ir regulēšanas priekšnoteikums.
3. *piezīme.* Pēc mērīšanas sistēmas regulēšanas tā parasti ir atkārtoti jākalibrē.

3.3. Kalibrēšana (VIM3, 2.39. punkts)

Darbība, ar kuru noteiktos apstākļos pirmajā posmā nosaka attiecību starp skaitliskajām vērtībām ar mērījumu standartos noteiktajām mērījuma nenoteiktībām un atbilstošajiem rādījumiem ar saistītajām mērījuma nenoteiktībām, un otrajā posmā izmanto šo informāciju, lai izveidotu attiecību mērījumu rezultāta iegūšanai no rādījuma.

1. *piezīme.* Kalibrēšanu var izteikt ar paziņojumu, kalibrēšanas funkciju, kalibrēšanas diagrammu, kalibrēšanas līkni vai kalibrēšanas tabulu. Dažos gadījumos tā var sastāvēt no rādījuma un ar to saistītās mērījuma nenoteiktības korekcijas, kas tiek iegūta summējot vai reizinot.
2. *piezīme.* Kalibrēšanu nedrīkstētu jaukt ne ar mērīšanas sistēmas regulēšanu, ko bieži vien kļūdaini sauc par “paškalibrēšanu”, ne ar kalibrēšanas verifikāciju.
3. *piezīme.* Bieži vien iepriekšminētajā definīcijā norādīto pirmo posmu atsevišķi uztver kā kalibrēšanu.

3.4. Kalibrēšanas un mērīšanas spēja (CIPM MRA-G-13) (CMC)

Spēja veikt kalibrēšanu un mērīšanu, kas klientiem pieejama normālos apstākļos:

- a) kā publicēts *CIPM MRA* (Starptautiskās svaru un mēru komitejas savstarpējas atzīšanas nolīguma) *BIPM* galvenajā salīdzinošajā datubāzē (*KCDB*) vai
- b) kā aprakstīts laboratorijas akreditācijas sfērā, ko piešķirusi *ILAC* nolīguma parakstītāja puse.

3.5. Sertifikācijas iestāde (ISO/IEC 17065, 3.12. punkts)

Trešās personas statusā esoša atbilstības novērtēšanas iestāde, kas pārvalda sertifikācijas sistēmas.

Piezīme. Sertifikācijas iestāde var būt nevalstiska vai valsts iestāde (ar vai bez reglamentējošām pilnvarām).

3.6. Sertificēts references materiāls (VIM3, 5.14. punkts)

SRM

References materiāls, kuram pievienota pilnvarotas iestādes izdota dokumentācija un kurā norādīta viena vai vairākas īpašību vērtības un saistītās nenoteiktības, kā arī izsekojamība, izmantojot spēkā esošas procedūras.

Piemērs. Cilvēka serums, kam noteikta holesterīna koncentrācijas skaitliskā vērtība un saistītā mērījuma nenoteiktība, kura norādīta pievienotajā sertifikātā, un ko izmanto kā kalibratoru vai mērījuma pareizības kontroles materiālu.

1. piezīme. “Dokumentācija” tiek sniegta “sertifikāta” veidā (skat. ISO vadlīnijas Nr. 31:2000).

2. piezīme. Sertificētu references materiālu izgatavošanas un sertifikēšanas procedūras ir sniegtas, piemēram, ISO vadlīnijās Nr. 34 un ISO vadlīnijās Nr. 35.

3. piezīme. Šajā definīcijā “nenoteiktība” apzīmē gan “mērījumu nenoteiktību”, gan “nenoteiktību, kas saistīta ar nominālās īpašības vērtību”, piemēram, identiskumam un secībai. “Izsekojamība” apzīmē gan “skaitliskās vērtības metroloģisko izsekojamību”, gan “nominālās īpašības vērtības izsekojamību”.

4. piezīme. Sertificētu references materiālu noteiktajām skaitliskajām vērtībām ir jānodrošina metroloģiskā izsekojamība ar saistīto mērījuma nenoteiktību (Accred. Qual. Assur.:2006).

5. piezīme. ISO/REMCO ir analogiska definīcija (Accred. Qual. Assur.:2006), bet tajā izmanto termina atvasinājumus “metroloģisks” un “metroloģiski”, lai norādītu gan daudzumu, gan nominālo īpašību.

3.7. Kopējā mērījuma standartnenoteiktība (VIM3, 2.31. punkts)

Kopējā standartnenoteiktība

Mērījuma standartnenoteiktība, ko iegūst, izmantojot atsevišķas mērījumu standartnenoteiktības, kas saistītas ar mērījumu modeļa ieejas lielumiem.

Piezīme. Mērījumu modeļa ieejas lielumu korelācijas gadījumā, aprēķinot kopējo mērījuma standartnenoteiktību, ir jāņem vērā arī kovariācijas; skat. arī GUM:1995, 2.3.4. punktu.

3.8. Atbilstības novērtēšanas iestāde (ISO/IEC 17000, 4.6. punkts)

Iestāde, kura veic tādas atbilstības novērtēšanas darbības, kas nav akreditācija.

3.9. Inspicēšanas institūcija (ISO/IEC 17020, 3.5. punkts)

Institūcija, kas veic inspekciju.

Piezīme. Inspicēšanas institūcija var būt organizācija vai tās daļa.

3.10. Mērīšanas līdzekļa dreifs (VIM3, 4.21. punkts)

Nepārtrauktas vai pakāpeniskas rādījuma izmaiņas laika gaitā, ko izraisa mērinstrumenta metroloģisko īpašību izmaiņas.

Piezīme. Mērīšanas līdzekļa dreifs nav saistīts ne ar mērāmā lieluma izmaiņām, ne ar atzītu ietekmējošo lielumu izmaiņām.

3.11. Laboratorija (ISO/IEC 17025, 3.6. punkts)

Iestāde, kas veic vienu vai vairākas šādas darbības:

- testēšanu;
- kalibrēšanu;
- paraugu ņemšanu saistībā ar turpmāku testēšanu vai kalibrēšanu.

3.12. Materiāls mērs (VIM3, 3.6. punkts)

Mērinstruments, ar kura palīdzību tā lietošanas laikā pastāvīgi reproducē vai piegādā viena vai vairāku konkrēto veidu lielumus, kam katram ir piešķirta skaitliskā vērtība.

Piemēri. Etalonsvars, tilpuma mērs (kuram ir viena vai vairākas skaitliskās vērtības, ar skaitliskās vērtības skalu vai bez tās), elektriskais etalonrezistors, mērlineāls (lineāls), gala mērs, standartsignālu ģenerators, sertificēts references materiāls.

1. piezīme. Materiāla mēra rādījums ir tam piešķirtā skaitliskā vērtība.

2. piezīme. Materiāls mērs var būt mērīšanas etalons.

3.13. Maksimālā pieļaujamā mērījumu kļūda (VIM3, 4.26. punkts)

Maksimālā pieļaujamā kļūda

Kļūdas robežvērtība

Mērījumu kļūdas galējā vērtība attiecībā uz zināmu references skaitlisko vērtību, kas pieļaujama saskaņā ar specifikācijām vai noteikumiem konkrētam mērījumam, mērinstrumentam vai mērīšanas sistēmai.

1. piezīme. Parasti terminus “maksimālās pieļaujamās kļūdas” un “kļūdas robežvērtības” lieto, ja ir divas galējās vērtības.

2. piezīme. Terminu “pielaide” nedrīkstētu lietot, lai apzīmētu “maksimālo pieļaujamo kļūdu”.

3.14. Mērījumu rezultāts (VIM3 2.9. punkts)

Mērījumu rezultāts

Šajā dokumentā rezultāts ir:

mērlieluma skaitlisko vērtību kopums kopā ar citu pieejamo attiecīgo informāciju.

1. *piezīme.* Mērījumu rezultāts parasti satur “būtisku informāciju” par skaitlisko vērtību kopu, tāpēc dažas vērtības var būt reprezentatīvākas mērlieluma vērtības nekā citas. To var izteikt kā varbūtības blīvuma funkciju (*PDF*).
2. *piezīme.* Mērījumu rezultātu parasti izsaka kā vienu atsevišķu izmērīto skaitlisko vērtību un mērījuma nenoteiktību. Ja tiek uzskatīts, ka mērījuma nenoteiktība kādam nolūkam ir niecīga, mērījumu rezultātu var izteikt kā vienu atsevišķu izmērīto skaitlisko vērtību. Daudzās jomās tas ir vienkāršs veids, kā izteikt mērījumu rezultātu.
3. *piezīme.* Tradicionālajā literatūrā un iepriekšējā VIM izdevumā mērījumu rezultāts tika definēts kā mērlielumam piešķirta vērtība un paskaidrots, ka tas ir rādījums vai nekoriģēts vai koriģēts rezultāts atkarībā no konteksta.

3.15. Mērīšanas etalons (VIM3 5.1. punkts)

Etalons

Konkrēta lieluma noteikšana ar norādīto skaitlisko vērtību un saistīto mērījuma nenoteiktību, ko izmanto kā referenci.

Piezīme. Piemērus un piezīmes skat. VIM3 5.1. punktā.

3.16. Mērījuma nenoteiktība (VIM3 2.26. punkts)

Mērījuma nenoteiktība

Nenoteiktība

Parametrs, kas nav negatīvs un kas raksturo mērlielumam noteikto skaitlisko vērtību izkliedi, pamatojoties uz izmantoto informāciju.

1. *piezīme.* Mērījuma nenoteiktība ietver komponentus, ko rada sistemātiska ietekme, piemēram, komponentus, kas saistīti ar korekcijām un mērīšanas etalonam piešķirtajām skaitliskajām vērtībām, kā arī noteicošo nenoteiktību. Dažkārt provizoriski noteiktā sistemātiskā ietekme netiek koriģēta, bet tiek iekļauti saistītie mērījumu nenoteiktības komponenti.

-
2. *piezīme.* Parametrs var būt, piemēram, standartnovirze, ko sauc par mērījuma standartnenoteiktību (vai noteikts tās daudzkārtis), vai puse no intervāla platuma, kam ir noteikta pārklāšanās varbūtība.
3. *piezīme.* Mērījumu nenoteiktība kopumā sastāv no daudziem komponentiem. Dažus no tiem var novērtēt ar A tipa mērījumu nenoteiktības novērtējumu no mērījumu virknē iegūtu skaitlisko vērtību statistiskā sadalījuma, un tos var raksturot ar standartnovirzēm. Citus komponentus, kurus var novērtēt ar B tipa mērījuma nenoteiktības novērtējumu, arī var raksturot ar standartnovirzēm, ko novērtē no varbūtības blīvuma funkcijām, pamatojoties uz pieredzi vai citu informāciju.
4. *piezīme.* Parasti attiecībā uz konkrētu informācijas kopumu saprot, ka mērījuma nenoteiktība ir saistīta ar mērlielumam piešķirtu noteiktu skaitlisko vērtību. Šīs vērtības pārveides rezultātā tiek pārveidota saistītā nenoteiktība.

3.17. Mēriekārtas

Iekārtas (tostarp arī mērinstrumenti, programmatūra, mērīšanas etaloni, references materiāli, references dati, reaģenti, palīgmateriāli vai palīgaparātūra), kas ir nepieciešamas laboratorijas darbību pareizai veikšanai un kas var ietekmēt rezultātus.

1. *piezīme.* Šajā dokumentā mērinstruments ir mēriekārtas komponents, kam ir būtiska nozīme mērījumu veikšanā. Dažus mērinstrumentus var izmantot neatkarīgi, lai pabeigtu mērīšanas procesu vai lai noteiktu fizisko daudzumu.
2. *piezīme.* Saistībā ar šo dokumentu var uzskatīt, ka mēriekārta ir mērīšanas sistēmas ekvivalents.

3.18. Mērinstruments (VIM3, 3.1. punkts)

Ierīce, ko izmanto mērījumu veikšanai atsevišķi vai kopā ar vienu vai vairākām papildu ierīcēm.

1. *piezīme.* Mērinstruments, kuru var izmantot atsevišķi, ir mērīšanas sistēma.
2. *piezīme.* Mērinstruments var būt indikācijas mērinstruments vai materiāls mērs.

3.19. Mērīšanas sistēma (VIM3, 3.2. punkts)

Kopa, kas sastāv no viena vai vairākiem mērinstrumentiem un bieži vien citām ierīcēm, ieskaitot reaģentus un piederumus, kas ir samontēti un pielāgoti, lai sniegtu informāciju, ko izmanto izmērīto skaitlisko vērtību ģenerēšanai noteiktos intervālos noteiktu veidu lielumiem.

Piezīme. Mērīšanas sistēma var sastāvēt tikai no viena mērinstrumenta.

3.20. References materiāls (VIM3, 5.13. punkts)

RM

Materiāls, kas ir pietiekami viendabīgs un stabils attiecībā uz noteiktām īpašībām un kas ir atzīts par piemērotu paredzētajam lietojumam nominālo īpašību mērīšanai vai pārbaudei.

Piezīme. Piezīmes skat. VIM3 5.13. punktā.

3.21. References skaitliskā vērtība (VIM3, 5.18. punkts)

References vērtība

Skaitliska vērtība, ko izmanto kā pamatu salīdzinājumam ar tāda paša veida skaitliskajām vērtībām.

1. *piezīme.* References skaitliskā vērtība var būt mērlieluma patiesā skaitliskā vērtība (tādā gadījumā tā nav zināma) vai pieņemta skaitliskā vērtība (tādā gadījumā tā ir zināma).
2. *piezīme.* References skaitlisko vērtību un ar to saistīto mērījumu nenoteiktību parasti sniedz ar atsauci uz:
 - a) materiālu, piemēram, sertificētu references materiālu,
 - b) ierīci, piemēram, stabilizētu lāzeru,
 - c) references mērījumu procedūru vai
 - d) mērīšanas etalonu salīdzinājumu.

4. Vispārīgi

4.1. Svarīgs aspekts, lai saglabātu laboratorijas spēju iegūt izsekojamus mērījumu rezultātus, ir noteikt maksimālo pieļaujamo periodu starp mērinstrumentu secīgām kalibrēšanām (atkārtotu kalibrēšanu). Šis aspekts ir ņemts vērā vairākos starptautiskajos standartos, kuros aplūkotas mērījumu darbības, piemēram, ISO/IEC 17025 un ISO 15189 [15]. Turklāt šis aspekts ir iekļauts arī starptautiskajos standartos, kas piemērojami atbilstības novērtēšanas iestādēm un citām pusēm, kuras darbojas saskaņā ar ISO/IEC 17020 [13], ISO/IEC 17043 [14], ISO/IEC 17065 [17], ISO 9001 [11], ISO 17034 [16] vai ISO 22870 [18].

Piezīme. Mērījumu rezultātu izsekojamību var noteikt un uzturēt, izmantojot tostarp arī šādus līdzekļus:

- nosakot kalibrēšanas periodiskumu;
- nosakot procesa kontroles pasākumus;
- nosakot starppārbaudes.

4.2. Mēriekārtu kalibrēšana kā metroloģiskās izsekojamības uzturēšanas līdzeklis tiek veikta nolūkā:

- a) sniegt references vērtības un ar mēriekārtu iegūtās vērtības novirzes novērtējumu un šīs novirzes nenoteiktību mēriekārtas faktiskās lietošanas laikā;
- b) pamatot nepieciešamās vai deklarētās ar mēriekārtu iegūstamās mērījuma nenoteiktības validāciju un

-
- c) apstiprināt, vai nav notikušas mēriekārtas izmaiņas, kas varētu radīt šaubas par rezultātiem, kuri sniegti iepriekšējā periodā.

4.3. Viens no būtiskākajiem lēmumiem attiecībā uz mēriekārtas kalibrēšanu ir tās veikšanas grafiks un biežums. Kalibrēšanas biežums ir izšķirīgi svarīgs jautājums, un to ietekmē daudzi faktori, kas laboratorijai ir jāņem vērā. Nozīmīgākie faktori ir sniegti 5.1. punktā.

4.4. Kalibrēšanas pierakstus var izmantot, lai noteiktu atkārtotas kalibrēšanas intervālus, kad kalibrēšanu nodrošina tostarp arī:

- a) nacionālie metroloģijas institūti un atbildīgie institūti, kuriem piemēroti attiecīgie salīdzinošās pārbaudes procesi saskaņā ar *CIPM MRA*, vai
- b) laboratorijas, kuras ir akreditējusi akreditācijas iestāde, kas ir *ILAC* (Starptautiskās laboratoriju akreditācijas kooperācijas) nolīguma vai *ILAC* atzīto reģionālo nolīgumu parakstītāja, vai
- c) nacionālie metroloģijas institūti vai pilnvarotie institūti, vai laboratorijas, kas neatbilst a) un b) punkta nosacījumiem un kuru pakalpojumi ir piemēroti paredzētajam lietojumam, ja a) un b) punkta nosacījumus nav iespējams izpildīt ar ekonomiskiem apsvērumiem nesaistītu iemeslu dēļ (t. i., nav pieejami). Skat. arī *ILAC P10* [19].

Iepriekšminētie ieteikumi neliedz iesaistīt citas puses ar nosacījumu, ka ir pieejami pietiekami pierādījumi par metroloģisko izsekojamību.

4.5. Kā zināms, ar atkārtotu kalibrēšanu saistītās izmaksas var būt augstākas, ja atkārtotu kalibrēšanu veic biežāk. Tomēr šīs izmaksas ir jāsabalansē ar paaugstinātu mērījumu nenoteiktību vai augstāku risku, ka samazināsies mērījumu ticamība, kas var notikt, ja atkārtotas kalibrēšanas intervāli ir ilgāki.

4.6. Nav vienas vispārēji piemērojamas labākās prakses, kā noteikt un pielāgot atkārtotas kalibrēšanas intervālus. Tas ir radījis nepieciešamību labāk izprast atkārtotas kalibrēšanas intervāla noteikšanas procesu. Tā kā neviena metode nav ideāli piemērota visam mēriekārtu klāstam, šajā dokumentā ir aplūkotas dažas vienkāršākās metodes, kā noteikt un pārskatīt atkārtotas kalibrēšanas intervālu, un to piemērotība dažādu veidu mēriekārtām.

Piezīme. Šīs metodes ir detalizētāk aprakstītas atzītu tehnisko organizāciju standartos (piemēram, [6], [7], [8]) vai attiecīgajos zinātniskajos žurnālos.

4.7. Var izmantot arī metodes, ko atkārtotas kalibrēšanas intervāla noteikšanai ir izstrādājusi vai pielāgojusi laboratorija, ja tās ir atbilstošas un validētas.

4.8. Laboratorijai būtu jāizvēlas atbilstošas metodes atkārtotas kalibrēšanas intervālu noteikšanai un izmantotās metodes būtu jādokumentē. Kalibrēšanas rezultāti būtu jāapkopo un jā saglabā kā vēsturiskie dati, lai ar tiem pamatotu turpmākos lēmumus par mēriekārtu atkārtotas kalibrēšanas intervāliem.

4.9. Laboratorijai būtu jābūt ieviestai atbilstošai starppārbaužu sistēmai, lai nodrošinātu izmantotās mēriekārtas pareizu darbību un kalibrēšanas statusu laikposmā starp kalibrēšanām (piemēram, skat. *ISO/IEC 17025* [3]).

4.10. Pirms laboratorija apstiprina mēriekārtu turpmākai lietošanai, tai būtu jāpārbauda, vai ārējās kalibrēšanas un/vai starppārbažu rezultāti ir iepriekš noteiktajās robežās.

- 1. piezīme.* Dažu veidu mēriekārtām katru mērinstrumentu vai ierīci, kas ir iekārtas sastāvā, var kalibrēt atsevišķi. Tādā gadījumā mēriekārtas apvienoto mērījumu standartnenoteiktību aprēķina no visu mērinstrumentu un ierīču nenoteiktībām.
- 2. piezīme.* Var būt nepieciešams atkārtoti novērtēt visas mēriekārtas vai tās mērinstrumentu un ierīču kalibrēšanas intervālus, pamatojoties uz iepriekšējās kalibrēšanas reizēs iegūtajiem datiem.

5. Sākotnējā atkārtotas kalibrēšanas intervālu izvēle

5.1. Sākotnējo lēmumu par atkārtotas kalibrēšanas intervālu pieņem, pamatojoties galvenokārt uz riska novērtējuma analīzi, un būtu jāņem vērā tostarp arī šādi faktori:

- a) laboratorijas pieprasītā un novērtētā mērījumu nenoteiktība;
- b) mēriekārtas un tās komponentu veids;
- c) risks, ka mēriekārta pārsniegs noteiktās robežvērtības (piemēram, maksimālo pieļaujamo kļūdu) vai precizitātes prasības lietošanas laikā;
- d) ražotāja ieteikumi attiecībā uz mēriekārtu (piemēram, ja laboratorija pieprasa un novērtē mērījumu nenoteiktību, pamatojoties uz instrumenta precizitāti);
- e) nodiluma un dreifēšanas tendence;
- f) paredzamais lietošanas apmērs un intensitāte;
- g) vides apstākļi (piemēram, klimatiskie apstākļi, vibrācija, jonizējošais starojums);
- h) mērāmā lieluma ietekme uz mērījumu rezultātiem (piemēram, augstas temperatūras ietekme uz termopāriem);
- i) apkopotie vai publicētie dati par tādām pašām vai līdzīgām ierīcēm;
- j) cik bieži tiek veikti salīdzinājumi ar citiem mērīšanas etaloniem vai mērinstrumentiem;
- k) starppārbažu biežums, kvalitāte un rezultāti;
- l) mēriekārtu transportēšanas kārtība un saistītie riski;
- m) tehniskā personāla kvalifikācijas pakāpe un izstrādāto procedūru īstenošanas apmērs, un
- n) juridiskās prasības.

5.2. Lēmums būtu jāpieņem personālam, kam ir atbilstoša tehniskā kompetence. Attiecībā uz katru mēriekārtas vienību (vai vienību grupu) būtu jānovērtē, cik ilgu laiku pēc kalibrēšanas

vienība(-as) visticamāk nepārsniegs noteiktās robežvērtības (t. i., maksimālo pieļaujamo kļūdu, precizitātes prasības).

6. Atkārtotas kalibrēšanas intervālu pārskatīšanas metodes

Piezīme. Šajā iedaļā aprakstītās metodes var izmantot arī starppārbaūžu veida un biežuma pārskatīšanai.

6.1. Vispārīgie principi

6.1.1. Tiklīdz kalibrēšana ir veikta ierastajā kārtībā (pamatojoties uz noteiktu secīgi veiktu mērījumu skaitu), var pielāgot atkārtotas kalibrēšanas intervālus, lai optimizētu risku un izmaksu līdzsvaru, kā noteikts vispārīgo aspektu aprakstā. Iespējams, tiks konstatēts, ka sākotnēji izvēlētie intervāli nesniedz vēlamo optimālo rezultātu vairāku iemeslu dēļ, piemēram:

- a) mēriekārta var būt uzticamāka vai mazāk uzticama, nekā gaidīts;
- b) lietošanas apmērs un uzmanība apkopes veikšanas laikā var nebūt tāda, kā paredzēts;
- c) dažām mēriekārtām ir pietiekami veikt daļēju kalibrēšanu, nevis pilnu kalibrēšanu, un
- d) mērīšanas līdzekļa dreifs, kas konstatēts, atkārtoti kalibrējot mēriekārtu, var liecināt, ka ir nepieciešami īsāki kalibrēšanas intervāli vai ka ir iespējams palielināt kalibrēšanas intervālu, nepalielinot riskus, utt.

6.1.2. Atkārtotas kalibrēšanas intervālu pārskatīšanai ir pieejamas dažādas metodes. Izraudzītās metodes atšķiras atkarībā no tā, vai:

- a) tiek aplūkotas atsevišķas mēriekārtas vai iekārtu grupas (piemēram, pēc ražotāja modeļa vai tipa);
- b) mēriekārtas darbības parametri neatbilst noteiktajām robežvērtībām (piemēram, maksimālajai pieļaujamajai kļūdai, precizitātes prasībām) tāda dreifa dēļ, kas radies laika gaitā vai lietošanas rezultātā;
- c) mēriekārtai ir novērojama dažādu veidu nestabilitāte;
- d) mēriekārtai veic regulēšanu un
- e) ir pieejami dati un var analizēt mēriekārtas kalibrēšanas vēsturi (piemēram, tendenču datus, kas iegūti no iepriekšējās kalibrācijas pierakstiem, mēriekārtas apkopes un apkalpošanas pierakstu vēsturi, starppārbaūžu datus).

6.1.3. Jauna mēriekārta būtu jākalibrē biežāk, lai noteiktu tās darbības parametru tendences, kas varētu norādīt uz to, ka ir pamatoti mainīt atkārtotas kalibrēšanas intervālu. Iekārtas darbības parametri un atkārtotas kalibrēšanas intervāls ir regulāri jāpārskata, un šā iemesla dēļ nav ieteicami fiksēti atkārtotas kalibrēšanas intervāli, ja vien intervāls nav noteikts normatīvajos dokumentos, piemēram, references mērījumu procedūrā, noteiktajā metodē vai konsensa standartā.

6.2. Pirmā metode. Automātiska pielāgošana jeb “trepe” (kalendārais laiks)

6.2.1. Ikreiz, kad mēriekārtas vienību kalibrē ierastajā kārtībā, nākamo atkārtotas kalibrēšanas intervālu pagarina (vai atstāj nemainīgu), ja tiek konstatēts, ka novirze no references vērtības ir atbilstoši noteiktas maksimālo pieļaujamo kļūdu diapazona procentuālās daļas robežās. Pretējā gadījumā atkārtotas kalibrēšanas intervālu samazina, ja novirze no references vērtības ir ārpus šīs diapazona procentuālās daļas robežām. Maksimālās pieļaujamās kļūdas vajadzības gadījumā var aizstāt ar jebkuru citu robežvērtību kopu. Ieteicams noteikt atbilstošus kritērijus lēmumu pieņemšanai par atkārtotas kalibrēšanas intervāla pagarināšanu vai samazināšanu tipiskiem atsevišķiem gadījumiem. Ar šo “trepi” var ātri pielāgot intervālus, un to ir viegli izdarīt bez administratīvā sloga. Ja saglabā un izmanto kalibrēšanas pierakstus, būs paredzamas iespējamās problēmas ar mēriekārtu grupu, jo šie pieraksti norāda uz vajadzību veikt tehniskus pārveidojumus vai profilaktisko apkopi.

6.2.2. Sistēmu, kurās katru mēriekārtu aplūko atsevišķi, trūkums varētu būt tāds, ka ir grūti nodrošināt vienmērīgu, salīdzinoši stabilu un risku un izmaksu ziņā līdzsvarotu kalibrēšanas darba slodzi un ka vispirms ir nepieciešama detalizēta plānošana.

6.2.3. Izmantojot šo metodi, nevajadzētu noteikt pārāk ilgu atkārtotas kalibrēšanas intervālu. Šādā gadījumā var rasties riski saistībā ar to, ka būs jāanulē liels skaits paziņoto mērījumu rezultātu vai būs atkārtoti jāveic liels darba apjoms, un šādi riski galu galā var kļūt nepieņemami.

6.3. Otrā metode. Kontroles diagramma (kalendārais laiks)

6.3.1. Kontroles diagramma ir viens no nozīmīgākajiem statistiskās kvalitātes kontroles (*SQC*) rīkiem un ir detalizēti aprakstīta dažādās publikācijās (piemēram, [4], [5], [9]). Principā tā darbojas šādi. Izvēlas nozīmīgus kalibrēšanas punktus un rezultātus attēlo laika skalā. No šīm diagrammām aprēķina rezultātu izkliedi un mērīšanas līdzekļa dreifu. Mērīšanas līdzekļa dreifs ir vidējais dreifs parasti vienā atkārtotas kalibrēšanas intervālā, lai gan ļoti stabilas mēriekārtas aprēķinos var ņemt vērā vairākus intervālus. No šiem skaitļiem var aprēķināt optimālo intervālu.

6.3.2. Lai izmantotu šo metodi, ir nepieciešamas būtiskas zināšanas par mēriekārtas mainīguma īpašībām. Ir iespējamās būtiskas atkāpes no noteiktajiem atkārtotas kalibrēšanas intervāliem, jo kontroles diagrammas sniegumu var aprēķināt un vismaz teorētiski iegūt efektīvu kalibrēšanas intervālu. Turklāt rezultātu izkliedes aprēķins norādīs, vai ražotāja specifikācijas robežas ir pamatotas, un konstatētā mērīšanas līdzekļa dreifa analīze var norādīt šī dreifa cēloni.

Piezīme. Šī metode nav piemērota, lai kalibrētu mēriekārtu, kurai nav mērīšanas līdzekļa dreifa. Šī metode ir piemērota, piemēram, materiālam mēram, kam ir viena piešķirta skaitliskā vērtība, piemēram, gala mēra vai standarta pretestības kalibrēšanai.

6.4. Trešā metode. Lietošanas laiks

6.4.1. Trešā metode ir pirmās un otrās metodes variācija. Pamatmetode nemainās, bet atkārtotas kalibrēšanas intervālu nosaka saskaņā ar instrumenta lietošanas laiku stundās, nevis, piemēram, kalendārajos mēnešos. Mēriekārta ir aprīkota ar ierīci, kas norāda faktisko lietošanas laiku, un mēriekārtu nodod kalibrēšanai, kad rādījums sasniedz noteiktu vērtību. Šādas mēriekārtas ir,

piemēram, termopāri, ko izmanto ekstrēmās temperatūrās, standarta lampas, kuru dreifs ir atkarīgs no to degšanas laika, kā arī virzuļtipa spiediena kalibratori gāzes spiediena noteikšanai vai garuma mēri (t. i., mēriekārtas, kas pakļautas mehāniskam nodilumam). Šīs metodes būtiska priekšrocība principā ir tā, ka veikto kalibrāciju skaits un tādējādi kalibrēšanas izmaksas ir tieši saistītas ar mēriekārtas lietošanas laiku. Cita šīs metodes priekšrocība ir tāda, ka var būt pieejams automātisks mēriekārtas izmantošanas stundu skaitītājs.

6.4.2. Tomēr šai metodei ir arī šādi praktiski trūkumi:

- a) tā nav piemērota mēriekārtām, kas satur pasīvos (neizmanto papildu enerģijas avotu rezultātu nodrošināšanai) mērinstrumentus (piemēram, slāpētājus) vai pasīvos mērīšanas etalonus (piemēram, pretestību, elektrisko kapacitāti);
- b) tā nav piemērota mēriekārtai, ja zināms, ka mēriekārtai ir dreifs vai tā bojājas, ja tā netiek lietota (piemēram, tā atrodas plauktā) vai ja tā tiek darbināta vai pakļauta daudziem īslaicīgiem ieslēgšanas un izslēgšanas cikliem;
- c) sākotnējās izmaksas saistībā ar piemērota skaitītāja nodrošināšanu un uzstādīšanu lietošanas laika uzskaitēi var būt augstas, ja laiku nepieraksta manuāli. Tā kā lietotāji var iejaukties skaitītāja darbībā, var būt nepieciešama papildu uzraudzība, kas paaugstinās izmaksas, un
- d) ir grūtāk plānot atkārtotas kalibrēšanas darbu salīdzinājumā ar pirmo un otro metodi, jo nav iespējams paredzēt precīzu datumu, kad būs nepieciešama nākamā kalibrēšana.

6.5. Ceturtā metode. Ekspluatācijas pārbaude jeb testēšana ar “melno kasti”

6.5.1. Arī ceturtā metode ir pirmās un otrās metodes variācija un ir īpaši piemērota, ja ir iespējams ātri/viegli pārbaudīt mēriekārtu vai vienu no tās komponentiem. Kritiskie parametri tiek regulāri (piemēram, reizi dienā vai pat biežāk) pārbaudīti ar pārnēsājamu kalibrēšanas rīku vai, vēlams, ar “melno kasti”, kas īpaši paredzēta izvēlēto parametru pārbaudei. Ja ar “melno kasti” vai pārnēsājamu kalibrēšanas rīku tiek konstatēts, ka mēriekārtas maksimālā pieļaujamā kļūda (vai vajadzības gadījumā cita robežvērtību kopa) ir ārpus robežām, to vajadzības gadījumā nosūta pilnai kalibrēšanai un regulēšanai. Ceturtā metode varētu izrādīties efektīvāka nekā sākotnējā mēriekārtas intervāla novērtēšana.

Piezīme. Šī metode ir piemērota tādām mēriekārtām kā, piemēram, blīvuma mērītājiem (rezonanses tipa), platīna pretestības termometriem (apvienojumā ar kalendārā laika metodēm), dozimetriem (ieskaitot avotu) un trokšņa līmeņa mērītājiem (ieskaitot avotu).

6.5.2. Šīs metodes galvenā priekšrocība ir tā, ka tā nodrošina maksimālu pieejamību mēriekārtas lietotājam. Tā ir īpaši piemērota mēriekārtām, kas atrodas ģeogrāfiski tālu no laboratorijas, jo pilnīga kalibrēšana tiek veikta, kad ir zināms, ka tā ir nepieciešama. Grūtības rada tas, ka ir jāizlemj, kuri būs kritiskie parametri, un jāizgatavo “melnā kaste”.

6.5.3. Lai arī šī metode principā ir ļoti uzticama, tā ir nedaudz nenoteikta, jo mēriekārtai var būt kāda cita parametra kļūme, kuru nemēra ar “melno kasti”. Turklāt arī pašas “melnās kastes” parametri var nebūt konstanti, tādēļ ir jāizvēlas un periodiski jāpārskata arī “melnās kastes” atkārtotas kalibrēšanas intervāls.

6.6. Piektais metode. Citas statistiskās pieejas

6.6.1. Iespējamā pieeja var ietvert arī metodes, kuru pamatā ir atsevišķas mēriekārtas vai mērīinstrumentu grupas statistiskā analīze. Par šīm metodēm tiek izrādīta aizvien plašāka interese, jo īpaši tad, kad tiek izmantotas apvienojumā ar atbilstīgiem programmatūras rīkiem. Šāda programmatūras rīka piemēru un tā matemātisko pamatojumu ir aprakstījis A. Lepeks [A. Lepek] [10].

6.6.2. Ja ir jākalibrē liels skaits identisku mēriekārtu (piemēram, mēriekārtu grupas), atkārtotas kalibrēšanas intervālus var pārskatīt, izmantojot statistikas metodes (skat., piemēram, [8]). Sīkāk piemēri ir sniegti, piemēram, *National Conference of Standards Laboratories (NCSL) International* publikācijā *Recommended Practice RP-1 Establishment and Adjustment of Calibration Intervals* [7].

6.7. Atkārtotas kalibrēšanas intervālu pārskatīšanas metožu salīdzinājums

6.7.1. Neviena no 6.2.–6.6. punktā aprakstītajām metodēm nav ideāli piemērota visām situācijām, visām mēriekārtām un visām laboratorijām (skat. 1. tabulu). Laboratorija var izvēlēties piemērotāko metodi katrā atsevišķā gadījumā, izvērtējot dažādus faktorus, kas aplūkoti 4., 5. un 6.1. punktā. Var būt arī papildu faktori, kuri ietekmēs to, kādu metodi izvēlēties laboratorija. Jāatzīmē, ka metodes izvēli ietekmēs tas, vai laboratorija ir paredzējusi ieviest iekārtu plānveida apkopes grafiku. Jāatzīmē arī, ka izvēlētajā metode noteikti ietekmēs to, kādi atkārtotas kalibrēšanas pieraksti tiek veikti.

6.7.2. Metožu salīdzinājumu skat. 1. tabulā.

1. tabula. Atkārtotas kalibrēšanas intervālu pārskatīšanas metožu salīdzinājums

Darbība	Metode				
	Pirmā metode. “Trepe”	Otrā metode. Kontroles diagramma	Trešā metode. Lietošanas laiks	Ceturrtā metode. “Melnā kaste”	Piektais metode. ¹⁾ Citas statistiskās pieejas
Uzticamība	vidēja	augsta	vidēja	augsta	vidēja
Piemērošanas grūtums	zems	augsts	vidējs	zems	augsts
Darba slodzes līdzsvars risku un izmaksu ziņā	vidējs	vidējs	zems	vidējs	zems
Piemērojamība attiecībā uz konkrētām ierīcēm	vidēja	zema	augsta	augsta	zema
Mēriekārtu pieejamība	vidēja	vidēja	vidēja	augsta	vidēja

¹⁾ Labāku gradāciju sasniedz, ja izmanto atbilstošu programmatūras rīku.

7. Bibliogrāfija

- [1] OIML V 2-200 *International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM)*, 3rd edition, Edition 2012 (E/F), (Edition 2010 with minor corrections), JCGM 200:2012(E/F)
- [2] CIPM MRA-G-13:2021 Calibration and Measurement Capabilities in the context of the CIPM MRA (Version 1.1)
- [3] ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
- [4] Montgomery, D. C.: *Introduction to Statistical Quality Control*, John Wiley & Sons, 7th ed., 2012
- [5] ANSI/ASQC B1-B3-1996: Quality Control Chart Methodologies
- [6] *Methods of reviewing calibration intervals*, Electrical Quality Assurance Directorate Procurement Executive, Ministry of Defence United Kingdom (1973)
- [7] Establishment and Adjustment of Calibration Intervals, NCSL Recommended Practice RP 1, 2010
- [8] AFNOR FD X07-014:2006 Métrologie - Optimisation des intervalles de confirmation métrologique des équipements de mesure
- [9] Garfield, F. M.: *Quality Assurance Principles for Analytical Laboratories*, AOAC Int., 3rd Edition, 2000
- [10] Lepek, A.: *Software for the prediction of measurement standards*, NCSL International Conference, 2001
- [11] ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements
- [12] ISO/IEC 17000:2020 Conformity assessment – Vocabulary and general principles
- [13] ISO/IEC 17020:2012 Conformity assessment – Requirements for the operation of various types of bodies performing inspection
- [14] ISO/IEC 17043:2010 Conformity assessment – General requirements for proficiency testing
- [15] ISO 15189:2012 Medical laboratories – Requirements for quality and competence
- [16] ISO 17034:2016 General requirements for the competence of reference material producers
- [17] ISO/IEC 17065:2012 Conformity assessment – Requirements for bodies certifying products, processes and services
- [18] ISO 22870:2016 Point-of-care testing (POCT) – Requirements for quality and competence

