METROLOŠKI VODIČ
Uvjerenja o kalibraciji: analiza, tumačenje i upotreba

Ovaj Vodič je pripremljen zajedničkim radom Nacionalnih metroloških instituta zemalja Zapadnog Balkana uz podršku projekta „Infrastruktura kvaliteta Zapadnog Balkana“ finansiranog od strane SIDA-e i EFTA-e. Molimo Vas da posjetite www.qualityinfrastructure.eu za više informacija o ovom Projektu.

This project is funded jointly by the Swedish International Development Cooperation Agency (Sida) and the European Free Trade Association (EFTA). It is implemented by the European Committee for Standardization (CEN) in support of the EU accession objectives of the countries of the Western Balkans.

Standards • Technical Regulations • Accreditation • Metrology • Conformity Assessment • Market Surveillance

Sadržaj

UVOD 4
DEFINICIJE 4
1 UVJERENJA O KALIBRACIJI: Praktična pitanja 5
2. PROVJERA SADRŽAJA UVJERENJA O KALIBRACIJI 7
2.1 Opšta polja u uvjerenju o kalibraciji 7
2.2 Tehnička polja 7
3. ANALIZA I TUMAČENJE REZULTATA KALIBRACIJA: Studije slučaja 8
3.1 KALIBRACIJA DIGITALNOG TERMOMETRA 8
3.1.1 Analiza 8
3.1.2. Formalno izražavanje rezultata 9
3.1.3 Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije 9
3.2. KALIBRACIJA ETALONA MASE 10
3.2.1. Analiza 10
3.2.2. Formalno izražavanje rezultata 11
3.2.3 Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije 11
3.3. KALIBRACIJA NEAUTOMATSKIH VAGA 12
3.3.1. Analiza 12
3.3.2. Formalno izražavanje rezultata 13
3.3.3 Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije 13
3.4. KALIBRACIJA POMIČNOG MJERILA DUŽINE 14
3.4.1. Analiza 14
3.4.2. Formalno izražavanje rezultata 15
3.4.3 Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije 15
3.5. KALIBRACIJA LENJIRA 15
3.5.1. Analiza 15
3.5.2. Formalno izražavanje rezultata 16
3.5.3 Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije 16
3.6. KALIBRACIJA VARIJABILNE PIPETE SA KLIPOM 16
3.6.1. Analiza 17
3.6.2. Formalno izražavanje rezultata 17
3.6.3. Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije 18

This project is funded jointly by the Swedish International Development Cooperation Agency (Sida) and the European Free Trade Association (EFTA). It is implemented by the European Committee for Standardization (CEN) in support of the EU accession objectives of the countries of the Western Balkans.

Standards • Technical Regulations • Accreditation • Metrology • Conformity Assessment • Market Surveillance

3.7. KALIBRACIJA DIGITALNOG MULTIMETRA ZA JEDNOSMJERNI I NAIZMJENIČNI ELEKTRIČNI NAPON I ELEKTRIČNU OTPORNOST 18
3.7.1. Analiza 18
3.7.2. Formalno izražavanje rezultata 19
3.7.3. Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije 19
3.8. KALIBRACIJA BAROMETRA 20
3.8.1. Analiza 20
3.8.2. Formalno izražavanje rezultata 21
3.8.3. Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije 21
3.9. KALIBRACIJA MJERNE POSUDE 21
3.9.1. Analiza 21
3.9.2. Formalno izražavanje rezultata 23
3.9.3. Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije 23
3.10. KALIBRACIJA GRANIČNE (PLANPARALELNE) MJERE DUŽINE 24
3.10.1. Analiza 24
3.10.2. Formalno izražavanje rezultata 25
3.10.3. Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije 26

UVOD

Usluge kalibracije koje prethode izdavanju uvjerenja o kalibraciji veoma su široko u upotrebi u industriji, laboratorijama, tijelima za ocjenjivanje usaglašenosti, preduzećima u opštem i državnom vlasništu kako bi zadovoljili zahtjeve nekoliko standarda, kao što su: ISO 9001, ISO 14001, ISO 18001, ISO 22000, ISO 17025, ISO 17020, ISO 17021, ISO 17065 itd. kao i druge regulatorne i pravne zahtjeve. Osim toga, uvjerenja o kalibraciji su glavno sredstvo kojim se obezbjeđuje dokaz o sljedivosti mjerenja. U ovom smislu, mnogo vremena i novca se potroši na usluge kalibracije na bilo kom nivou.

Ovaj vodič sadrži odgovore na neka praktična pitanja o uvjerenjima o kalibraciji i praktične instrukcije koje se tiču načina ispitivanja uvjerenja o kalibraciji, razumijevanju njegovog sadržaja, provjere rezultata, tumačenja i donošenja neophodnih odluka. U ovom smislu, u ovom vodiču predstavljene su, analizirane i diskutovane određene praktične studije slučaja uvjerenja o kalibraciji mjerila.

Napomena: Namjera ovog Vodiča nije da pruži detalje vezane za procedure kalibracije, već stavlja naglasak na konačne rezultate koji su najčešće od interesa za korisnika mjerila koje se kalibriše.

DEFINICIJE

Mjerena veličina: Veličina koja se mjeri.

Tačnost mjerenja: Bliskost slaganja između rezultata mjerenja i istinite vrijednosti mjerene veličine.

Preciznost mjerenja: Bliskost slaganja između pokazivanja ili vrijednosti mjerenih veličina dobijenih ponovljenim mjerenjima na istim ili sličnim predmetima pod utvrđenim uslovima.

Greška mjerenja: Razlika između izmjerene vrijednosti veličine i referentne vrijednosti veličine.

Sistematska greška mjerenja: Komponenta greške mjerenja koja pri ponovljenim mjerenjima ostaje stalna ili se mijenja na predvidljiv način.

Slučajna greška mjerenja: Komponenta greške mjerenja koja se pri ponovljenim mjerenjima mijenja na nepredvidljiv način.

Mjerna nesigurnost: Nenegativni parametar koji karakteriše rasipanje vrijednosti veličine koji se pridružuje mjerenoj veličini na osnovu upotrijebljenih podataka.

Referentni etalon: Izabrani etalon koji se koristi za kalibraciju drugih etalona za datu veličinu u određenoj organizaciji, laboratoriji ili na određenoj lokaciji.

Kalibracija: Radnja kojom se pod određenim uslovima, u prvom koraku, uspostavlja odnos između vrijednosti veličine s mjernim nesigurnostima koje daju etaloni i odgovarajućim pokazivanjima kojima su pridružene mjerne nesigurnosti, a u drugom koraku se ti podaci upotrebljavaju za uspostavljanje odnosa za dobijanje mjernog rezultata iz pokazivanja.

Metrološka sljedivost: Svojstvo mjernog rezultata kojim se taj rezultat dovodi u vezu s navedenom referencom kroz dokumentovani neprekinuti lanac kalibracija, od kojih svaka doprinosi utvrđenoj mjernoj nesigurnosti.

This project is funded jointly by the Swedish International Development Cooperation Agency (Sida) and the European Free Trade Association (EFTA).
It is implemented by the European Committee for Standardization (CEN) in support of the EU accession objectives of the countries of the Western Balkans.
Standards • Technical Regulations • Accreditation • Metrology • Conformity Assessment • Market Surveillance

Metrološka sljedivost prema mjernoj jedinici: Metrološka sljedivost rezultata mjerenja do definicije mjerenja posredstvom dokumentovanog neprekidnog lanca kalibracija.

1. UVJERENJA O KALIBRACIJI: Praktična pitanja

Sljedeći slučajevi sa praktičnim pitanjima o uvjerenjima o kalibraciji diskutovani su i analizirani u praktičnom smislu. Cilj je da se razumiju osnovni principi, odgovori na najčešće postavljena pitanja i razjasne pogrešna tumačenja.

Slučaj 1: Uvjerenje o kalibraciji izdaje se za određeno mjerilo.

Proizvođači mjerila često izdaju "Uvjerenja o kalibracijama" ili "Izvještaje o kalibracijama" koja međutim ne odgovaraju konkretnim mjerilima, već se odnose na čitave serije mjerila. U ovom slučaju mora se razumjeti pravo značenje i upotreba pomenutih dokumenata. Postoji nekoliko jednostavnih načina da se to uradi, kao što su:

a) Serijski broj (s/n) mjerila, koji je jedinstvena identifikacija, obično je istaknut na prvoj stranici stvarnog uvjerenja o kalibraciji. Ukoliko serijski broj ne postoji, onda bi neka druga identifikacija trebalo da bude navedena.
b) Izjava se najčešće nalazi u fusnoti prve stranice ili na svakoj stranici gdje uvjerenje odgovara konkretnom mjerilu, a ne seriji ili drugim mjerilima.
c) Uvjerenje o kalibraciji najčešće sadrži u znatnoj mjeri analitičke rezultate i objašnjenja saopštenih informacija i u većini slučajeva, ne svim, sadrži više od jedne stranice.
d) Uvjerenje o kalibraciji jedinstveno se identifikuje odgovarajućim brojem, datumom kalibracije, datumom izdavanja i originalnim potpisom osobe ovlašćene da izdaje uvjerenja.

Međutim, u praksi postoje slučajevi gdje uvjerenje o kalibraciji odgovara i sadrži informacije koje se odnose na više od jednog mjerila, zapravo grupi mjerila, kao što su etaloni mase ili planparalelne granične mjere. Ali u slučaju više instrumenata, svaki komad se posebno kalibriše i ima jedinstveni identifikacioni broj u uvjerenju.

Slučaj 2: Postojanje uvjerenja o kalibraciji znači da je određeno mjerilo pouzdano i da se može koristit kao i da će pružati tačne i pouzdane rezultate. U ovom smislu, može se pretpostaviti da su odgovarajući zahtjevi standarda u potpunosti ispunjeni, uzimajući u obzir da je postignuta i metrološka sljedivost.

Ovo nije tačno. Uvjerenje o kalibraciji pruža samo rezultat niza mjerenja sprovedenih od strane kalibracione laboratorije, koja karakterišu metrološko ponašanje određenog mjerila. Na pitanje, da li su rezultati zadovoljavajući, odgovor bi trebalo da dâ korisnik određenog mjerila, na primjer neko ko može da procijeni rezultate kalibracije, u skladu sa određenim potrebama i zahtjevima.

Rezultat uvjerenja o kalibraciji za status i upotrebu određenog mjerila, može da bude:

a) Korišćenje mjerila kakvo jeste bez daljih akcija
b) Podešavanje mjerila, ponovna kalibracija i upotreba
c) Upotreba sa neophodnim i odgovarajućim korekcijama u pokazivanju ukoliko podešavanje nije izvodljivo
d) Zamjena mjerila drugim mjerilom sa boljim metrološkim ponašanjem, kako bi se zadovoljili zahtjevi njegove upotrebe

Slučaj 3: Uvjerenje o kalibraciji određenog mjerila je jedino sredstvo koje pruža dokaz sljedivosti mjerenja kada se ovo konkretno mjerilo koristi.

Sljedivost mjerenja je neophodna kako bi se uspostavilo povjerenje za pouzdana i tačna mjerenja. Uvjerenje o kalibraciji pruža kvantitativne podatke povezane sa odgovarajućom karikom u lancu sljedivosti mjerenja. Osim toga, očigledno je da uvjerenje o kalibraciji omogućava identifikovanje laboratorije koja služi kao veza u lancu sljedivosti.

Slučaj 4: Smatra se da je uvjerenje o kalibraciji prihvatljivo i pouzdano, ukoliko:

a) *Je izdato od strane nacionalnog metrološkog instituta sa objavljenim CMC (mjerne i kalibracione mogućnosti) tabelama u KCDB BIPM,*
b) *Je izdato od strane akreditovane laboratorije prema standardu ISO 17025. U ovom slučaju logo akreditacije bi trebalo da se nalazi u gornjem lijevom ili desnom uglu.*

U bilo kom drugom slučaju, na primjer da laboratorija nije akreditovana, kalibraciona laboratorija trebalo bi barem da zadovolji zahtjeve paragrafa 5.10 standarda ISO 17025. Ovo nije trivijalni slučaj, uzimajući u obzir da bi kalibraciona laboratorija trebalo da bude u mogućnosti da obezbijedi odgovarajuće dokaze za preispitivanje.

Slučaj 5: Često se srijeće izraz "nesigurnost mjerila".

Ovaj izraz eksplicitno znači nesigurnost dobijena iz serije mjerenja sprovedenih u postupku kalibracije određenog mjerila. U ovom smislu, druga kalibracija, na primjer drugi set mjerenja u istoj ili drugoj laboratoriji mogao bi da dovede do različitih rezultata za nesigurnost.

Slučaj 6: Upotrebom kalibrisanog mjerila u mjerenjima može se pretpostaviti da je nesigurnost mjerenja navedena u uvjerenju o kalibraciji određenog mjerila jednaka nesigurnosti mjerenja sprovedenih pri upotrebi ovog mjerila. Da li je to tačno?

Ovo nije apsolutno tačno. Ovo je zapravo pretpostavka. U suštini, mjerna nesigurnost navedena u uvjerenju o kalibraciji odgovara mjerenjima sprovedenim u kalibracionoj laboratoriji pod određenim uslovima (uslovi okoline, određeni operater i upotreba određene metode kalibracije/korišćene procedure). S druge strane, pri upotrebi istih mjerila, sprovodi se serija drugih mjerenja koje sprovodi drugi operater pod različitim uslovima, koristeći drugi metod ili proceduru mjerenja.

Slučaj 7: Nakon kalibracije, mjerilo se može koristiti sa povjerenjem u periodu navedenom za ponovnu kalibraciju.

Ovo nije tačno. Uvjerenje o kalibraciji pruža „trenutnu sliku" metrološkog ponašanja određenog mjerila u određenom trenutku kalibracije. Bilo kakva nepravilnost u rukovanju mjerilom nakon kalibracije može dovesti do odstupanja u metrološkim osobinama. U ovom smislu, prisustvo uvjerenja o kalibraciji samo po sebi ne pruža garanciju tačnih i pouzdanih mjerenja. Umjesto toga treba ispravno rukovati, održavati i sprovoditi provjere pri upotrebi mjerila.

Slučaj 8: Period ili interval ponovne kalibracije mjerila određuje kalibraciona laboratorija

Ovo nije tačno. Vremenski interval ponovne kalibracije treba isključivo biti određen od strane korisnika mjerila u skladu sa njegovim potrebama, zahtjevima i rizicima koji se odnose na upotrebu mjerila. Ovo naravno znači da korisnik mjerila mora dobro poznavati i razumjeti svoje potrebe i relevantne zahtjeve. Da zaključimo, kalibraciona laboratorija može da odredi interval ponovne kalibracije ili datum sljedeće kalibracije isključivo na osnovu zahtjeva korisnika mjerila.

This project is funded jointly by the Swedish International Development Cooperation Agency (Sida) and the European Free Trade Association (EFTA). It is implemented by the European Committee for Standardization (CEN) in support of the EU accession objectives of the countries of the Western Balkans.
Standards • Technical Regulations • Accreditation • Metrology • Conformity Assessment • Market Surveillance

2. PROVJERA SADRŽAJA UVJERENJA O KALIBRACIJI

Po dobijanju uvjerenja o kalibraciji korisnik mjerila bi trebalo da provjeri sljedeća opšta i tehnička polja u uvjerenju.

2.1 Opšta polja u uvjerenju o kalibraciji

a) Naslov: eksplicitno bi na vrhu svake stranice trebalo da piše: "Uvjerenje o kalibraciji". Takođe bi se mogao koristiti i naslov "Izveštaj o kalibraciji" koji se, međutim, ne srijeće često.

b) Ime laboratorije: Na vrhu svake stranice uvjerenja trebalo bi da stoji naziv kalibracione laboratorije sa njenim logom.

c) Broj uvjerenja: Trebalo bi da postoji jedinstveni identifikacioni broj uvjerenja (najčešće na vrhu stranice). Ovaj broj bi trebalo da se koristi u slučaju kada neko želi da se pozove na uvjerenje.

d) Ime stranke: Puni podaci o vlasniku/korisniku mjerila (ime, adresa i druge relevantne informacije).

e) Opis mjerila: kratak opis mjerila, npr. digitalni termometar, sa podacima o proizvođaču i tipu.

f) Identifikacija mjerila: Serijski broj i drugi dodatni brojevi, kao što je inventarski broj dodijeljen od strane vlasnika/korisnika. U svakom slučaju, trebalo bi da postoji jedinstvena identifikacija mjerila, kako bi uvjerenje o kalibraciji odgovaralo određenom mjerilu.

g) Broj naloga za kalibraciju: Broj naloga za kalibraciju određuje kalibraciona laboratorija u trenutku prijema mjerila. Broj naloga za kalibraciju je jedinstven za svako mjerilo i nalazi se u registru kalibracija laboratorije.

h) Datum prijema: Datum prijema mjerila u kalibracionu laboratoriju.

i) Datum kalibracije: Datum ili period kalibrisanja (kalibracija bi mogla da potraje više od jednog dana i, u tom slučaju, trebalo bi zapisati datum početka i datum završetka kalibracije).

j) Datum izdavanja: Datum izdavanja uvjerenja o kalibraciji.

k) Potpis: Potpisano od strane ovlašćene osobe sa njenim imenom i nazivom pozicije. U zavisnosti od politike laboratorije, moguće je da uvjerenje o kalibraciji potpiše i druga osoba koja je odgovorna za sprovođenje kalibracije.

l) Izjava u vezi kopiranja i dalje reprodukcije uvjerenja. Ova izjava se najčešće nalazi u fusnoti svake stranice uvjerenja o kalibraciji, gdje se navodi da reprodukcija dijela uvjerenja zahtijeva saglasnost kalibracione laboratorije.

m) Dodatne izjave: trebalo bi da postoji i izjava u pogledu jedinstvenosti uvjerenja koja se odnosi isključivo na određeno kalibrisano mjerilo.

2.2 Tehnička polja

a) Stanje mjerila: Kratka izjava o stanju mjerila u trenutku prijema, na primjer, kratak opis njegovog stanja (dobro ili lose) i ukoliko je vršena priprema mjerila, kao što je na primjer čišćenje.

This project is funded jointly by the Swedish International Development Cooperation Agency (Sida) and the European Free Trade Association (EFTA). It is implemented by the European Committee for Standardization (CEN) in support of the EU accession objectives of the countries of the Western Balkans.
Standards • Technical Regulations • Accreditation • Metrology • Conformity Assessment • Market Surveillance

b) Uslovi okoline: Variranje parametara koji se odnose na uslove, kao što je na primjer temperatura, tokom kalibracije (obično minimalne i maksimalne vrijednosti tokom kalibracije).

c) Sljedivost mjerenja: Izjava o sljedivosti mjerenja. Može da bude veoma uopštena, na primjer: "*sljedivost mjerenja do SI jedinica preko državnog etalona XXXX*" ili više analitička tako da obezbijedi dokaz o sljedivosti, navodeći brojeve uvjerenja o kalibraciji državnih etalona laboratorije koja je uključena i korišćena za kalibraciju.

d) Metoda kalibracije/procedura: Kratak opis procedure kalibracije sa osvrtom na identifikacione brojeve i standarde, ukoliko je to relevantno. Ukoliko su korišćene nestandardne metode, opis metode kalibracije bi morao biti detaljniji (uobičajeno 4 – 5 redova).

e) Rezultati kalibracije: Oni bi trebalo da budu predstavljeni u nekoj odgovarajućoj formi, kao što je: tabela, jednačina, grafik ili kombinacijom navedenih formi.

f) Nesigurnost mjerenja: Trebalo bi da je eksplicitno navedena uz svaki pojedinačni rezultat i praćena opštom izjavom, na primjer: *„Proširena mjerna nesigurnost data je kao standardna mjerna nesigurnost pomnožena faktorom pokrivanja k, koji za normalnu raspodjelu odgovara nivou povjerenja od približno 95 %. Standardna mjerna nesigurnost utvrđena je u skladu sa JCGM 100:2008 Procjena mjernih podataka – Uputstvo za izražavanje mjerne nesigurnostipri mjerenju i EA dokumentom EA-4/02M:2013 Procjena mjerne nesigurnosti pri kalibraciji."*

3. ANALIZA I TUMAČENJE REZULTATA KALIBRACIJA: Studije slučaja

3.1 KALIBRACIJA DIGITALNOG TERMOMETRA

(ova studija slučaja je pripremljena od strane projekta)

3.1.1 Analiza

Posmatrajući kalibraciju digitalnog termometra (termometar ili predmet kalibracije – Item under Calibration *IuC*), rezultati kalibracija su najčešće prikazani na način dat u sljedećoj tabeli.

Referentna temperatura (°C)	Temperatura UUT (°C)	Greška (°C)	Korekcija (°C)	Nesigurnost, U u 95% (IuC)
0,01	0,1	0,09	-0,09	0,20
20,00	19,9	-0,10	+0,1	0,19
40,04	40,1	0,06	-0,06	0,21
60,00	59,8	-0,20	+0,2	0,22
80,01	79,4	-0,61	+0,61	0,21

Kalibracija termometra uspostavlja se na odvojenim temperaturnim vrijednostima/tačkama njegovog opsega (često u pet različitih temperaturnih tačaka). Tačke kalibracije trebalo bi, međutim, da odabere korisnik na osnovu sopstvenih potreba. Na primjer, kada se upotrebljava termometar za provjeravanje temperature u komori u opsegu od 2 °C do 8 °C, onda se biraju tri tačke kalibracije, na primjer na -2 °C, 4 °C i 8 °C.

Prva kolona tabele predstavlja vrijednosti referentne temperature, mjerene referentnim termometrom (u ovom slučaju referentni etalon) kalibracione laboratorije, a koji bi u principu trabalo da ima bolje metrološke karakteristike nego termometar koji se kalibriše.

Bitno je napomenuti da je svaka vrijednost referentne temperature obično srednja vrijednost niza vrijednosti dobijenih u postupku mjerenja.

Druga kolona tabele predstavlja izmjerene vrijednosti temperature na svakoj tački kalibracije, prema pokazivanju termometra koji se kalibriše.
Bitno je napomenuti da je svaka vrijednost srednja vrijednost niza dobijenih vrijednosti u zavisnosti od metode kalibracije.

Treća kolona tabele predstavlja grešku mjerenja koja se dobija sljedećim odnosom:

Greška = temperatura IuC– referentna temperatura (^{o}C)

Četvrta kolona tabele predstavlja korekciju koja bi trebalo da bude dodata očitanoj vrijednosti na termometru koji je predmet kalibracije u toku upotrebe i dobija se na sljedeći način:

Korekcija = - greška

Peta kolona tabele pruža informaciju o mjernoj nesigurnosti na nivou povjerenja od približno 95 %, tj. proširene nesigurnosti U rezultata mjerenja u koloni 2.

3.1.2. Formalno izražavanje rezultata

Uspostavljajući mjerenje putem digitalnog termometra na osnovu očitavanja vrijednosti od 20 ^{o}C na digitalnom termometru, formalno izražavanje ovog rezultata prema tabeli je:

Temperatura = 20,0 + (-0,09) ± 0,19 ^{o}C na nivou povjerenja od 95 %

3.1.3 Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije

3.1.3.1 Ocjenjivanje usaglašenosti

Razmotrimo slučaj da je maksimalna dozvoljena greška pri korišćenju digitalnog termometra:

Maksimalna greška = 0,5 ^{o}C.

Zatim, gledajući u treću kolonu tabele, može se vidjeti da greška na tački kalibracije od 80 ^{o}C prelazi vrijednost maksimalne dozvoljene greške, i u ovom smislu, kalibracija pokazuje da postoji neusaglašenosti. U ovom slučaju, moraju se razmotriti sljedeće mogućnosti:

Mogućnost 1: Podesiti i ponovo kalibrisati termometar, ukoliko je podešavanje izvodljivo;
Mogućnost 2: Koristiti termometar, ali tek nakon primjene korekcije u skladu sa vrijednostima korekcije iz četvrte kolone i, u svakom slučaju, korišćenja formalnog izraza (bez dijela o nesigurnosti). U ovom slučaju, mora se biti veoma pažljiv prilikom usvajanja i primjene korekcija, posebno ukoliko je uključeno više korisnika.

Mogućnost 3: Zamijeniti digitalni termometar novim, koji takođe mora biti kalibrisan.

Pitanje: Šta se dešava ukoliko korisnik mora da upotrijebi termometar u temperaturnim tačkama koje nijesu uključene u tabelu rezultata kalibracije? Koje se onda vrijednosti za grešku, korekciju i nesigurnost trebaju pripisati?

Odgovor: Vrijednosti koje se određuju interpolacijom ili ponekad ekstrapolacijom sa većim rizikom u slučaju ekstrapolacije.

3.1.3.2 Upotreba i tumačenje nesigurnosti

Slučaj A: Razmatranje mjerne nesigurnosti kada bi rezultati mjerenja trebalo da budu u granicama prihvatljivosti

Uzimajući za primjer slučaj da se digitalni termometar sa nesigurnošću kalibracije od oko 0,4-0,5 °C upotrebljava za praćenje temperature u prostoriji ili komori gdje su zahtjevi standarda za maksimalno odstupanje d=±1 °C od referentne (targetirane) temperature od 80 °C, može se primijetiti da ovaj konkretni digitalni termometar nije odgovarajući. Ovo važi ukoliko se uzme u obzir ova nesigurnost kalibracije (oko 0,4-0,5) i vrijednost d= (1 °C). Radeći i koristeći termometar za mjerenje i održavanje temperature u opsegu d=±1 °C, veoma je moguće da su mnoga mjerenja van ovog prihvatljivog opsega. Međutim, ukoliko bi nesigurnost kalibracije mogla biti smanjena na 0,2 °C, kao u gorepomenutom primjeru kalibracija, ovo bi bilo mnogo prihvatljivije, uzimajući u obzir da se odnos d/U poveća sa 2 na 5.

Slučaj B: Razmatranje mjerne nesigurnosti pri svakodnevnoj upotrebi mjerila

U suštini, trebalo bi imati na umu da bi prilikom upotrebe ovog termometra u svakodnevnom životu nesigurnost bila veća nego nesigurnost određena uvjerenjem o kalibraciji. Ovo je normalno ukoliko se uzme u obzir da su uslovi kalibracije skoro idealni u poređenju sa onima u svakodnevnom životu i upotrebi.

3.2. KALIBRACIJA ETALONA MASE

(ova studija slučaja je zajednički pripremljena od strane Metrološke agencije Kosova i projekta)

3.2.1. Analiza

U slučaju kalibracije etalona mase, tega od 20 kg nominalne vrijednosti mase, klase tačnosti F1 potvrđene od strane OIML, cilj ove kalibracije je da odredi:

a) Konvencionalnu vrijednost mase;
b) Pridruženu nesigurnost konvencionalne vrijednosti mase;
c) Klasu tačnosti prema OIML-u zasnovanu na određenom kriterijumu OIML R111 standarda.

Napomena: Konvencionalna vrijednost mase nije stvarna vrijednost mase etalona mase koja je stvarno neophodna u nekim slučajevima. Stvarna vrijednost mase može se izvesti iz konvencionalne vrijednosti mase korišćenjem odgovarajuće formule.

Rezultati kalibracije u uvjerenju o kalibraciji najčešće su izraženi kao:

Nominalna vrijednost mase	Konvencionalna vrijednost mase	Nesigurnost	OIML klasa tačnosti
20 kg	20 kg – 35 mg	11 mg	F1

Procedura kalibracije uključuje mjerenja na komparatoru mase koristeći etalonski teg koji se kalibriše i referentni etalonski teg bolje klase tačnosti (OIML) nego klase tačnosti tega koji se kalibriše, odnosno 20 kg E2 OIML klase. U ovom smislu uspostavljaju se ciklusi mjerenja zamjenjujući dva etalona na komparatoru mase.
Prva kolona u ovoj tabeli za pomenute rezultate predstavlja nominalnu vrijednost etalona koji se kalibriše, koji je u suštini gotovo idealne vrijednosti.

Druga kolona predstavlja konvencionalnu vrijednost mase. U ovom primjeru vrijednost od -35 mg je greška, s obzirom na to da je određena prilikom kalibracije na osnovu izvršenih mjerenja.

Treća kolona predstavlja proširenu mjernu nesigurnost, na nivou od 95% povjerenja koja je pridružena konvencionalnoj vrijednosti mase na osnovu mjerenja u postupku kalibracije. U ovom primjeru vrijednost proširene mjerne nesigurnosti je 11 mg.

Četvrta kolona iskazuje klasu tačnosti kalibrisanog tega etalona mase zasnovanu na određenom kriterijumu međunarodne preporuke OIML R 111, koja podrazumijeva maksimalnu dozvoljenu grešku i proširenu mjernu nesigurnost. U ovom slučaju, očigledno je da su kriterijumi iz preporuke OIML-a uspješno ispunjeni.

3.2.2. Formalno izražavanje rezultata

Rezultati kalibracije izražavaju se kao u tabeli iznad, naime:

Konvencionalna masa, m_c = 20 (kg) – 35 mg = 19 999,965 g,
nesigurnost U(m_c) = 11 mg i
F1 OIML klasa tačnosti zasnovana na OIML R 111

3.2.3 Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije

3.2.3.1 Ocjenjivanje usaglašenosti

U ovom slučaju kalibracije, imamo ocjenjivanje usaglašenosti prema kriterijumu iz preporuke OIML R 111 koja vodi do klasifikacije tega, etalona mase do F1 klase tačnosti. Da u ovom slučaju nisu zadovoljeni krterijumi iz međunarodne preporuke OIML R 111, klasifikacija bi najvjerovatnije vodila nižoj klasi tačnosti, kao što je F2.

Napomena: Odstupanje etalonskih tegova u pogledu njihove klase tačnosti može biti pripisano njihovom korišćenju od strane korisnika, što je najčešće prašina, korozija ili čak ogrebotine, koje vode do promjene vrijednosti mase. Klasifikacija etalona mase prema međunarodnoj preporuci OIML R111 koristi nekoliko zahtjeva, kao dodatak gore navedenih zahtjeva.

3.2.3.2 Korišćenje i tumačenje nesigurnosti

Korisnik može koristiti ovaj teg, etalon mase prema OIML R111 u slučajevima gdje je OIML klasa tačnosti zahtijevana, na primjer:

a) Da provjeri tačnost neautomatskih vaga.
b) Da provjeri tačnost, pretežno vrijednosti mase, drugih tegova etalona mase manje tačnosti, na primjer F2, M1, M2.
c) Za sprovođenje kalibracija drugih etalonskih tegova manje tačnosti, na primjer F2, M1, M2.
d) Za sprovođenje kalibracija neautomatskih vaga korišćenjem takođe dodatnih tegova, etalona mase različitih nominalnih vrijednosti.

Korisnik ovog etalona mase najčešće koristi konvencionalnu vrijednost mase tega (20 kg – 35 mg) sa pridruženom mjernom nesigurnošću (11 mg). Međutim, KORISNIK može da koristi nominalnu vrijednost tega (= 20 kg) iz praktičnih razloga, i u tom slučaju, pridružena mjerna nesigurnost može se odrediti pomoću maksimalne dozvoljene greške u skladu sa preporukom OIML R111 podijeljenom sa kvadratnim korijenom od 3 (=mpe/√3).

Napomena: Posmatrajući konkretnu grešku određenu u ovoj kalibraciji (=35 mg) i njenu pridruženu proširenu mjernu nesigurnost (=11 mg) u odnosu na maksimalnu dozvoljenu grešku u skladu sa međunarodnom preporukom OIML R 111, jasno je da laboratorija veoma pažljivo sprovodi postupak kalibracije.

3.3. KALIBRACIJA NEAUTOMATSKIH VAGA

(ova studija slučaja je zajednički pripremljena od strane Generalnog direkorata za metrologiju Albanije i projekta)

3.3.1. Analiza

Posmatrajući kalibraciju neautomatskih vaga (ili vaga mase) sa **maksimalnim opterećenjem Max=220 g** i **podioka d=0.1 mg,** testiranje mjerenja koja se trebaju izvršiti za kalibraciju mogu da budu određeni u konsulatacijama sa klijentom, u skladu sa uobičajenom upotrebom mjerila. U svakom slučaju, metoda sa testovima mjerenja za ovu kalibraciju opisana je u vodiču EURAMET-a cg. 18. Rezultati izvršenog ispitivanja predstavljeni su na sljedeći način:

Test ponovljivosti

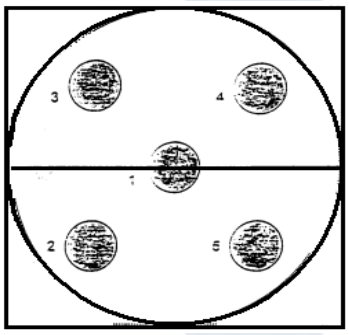
Ponovljivost
Opterećenje

	100 g
	Očitavanje
1	100,0002
2	99,9999
3	100,0001
4	100,0000
5	100,0002
6	100,0002
	s=0,00013g

Test ekscentričnosti

Ekscentrično opterećenje
Opterećenje

	100 g	
	Očitavanje (1, 2, 3, 4, 5)	
1	100,0005	1
2	100,0003	2
3	100,0004	3
4	100,0006	4
5	100,0004	5
1	100,0005	1
	ΔE = 0,0002 mg	



Čitajući dva gore navedena testa:

Test ponovljivosti sprovodi se korišćenjem jednog etalonskog tega (200g E2 OIML klase) da bi se ponovilo šest mjerenja pod istim uslovima. Cilj ovog testa je da odredi standardno odstupanje (=s) ovih šest mjerenja.

Tekst ekscentričnosti sprovodi se stavljanjem opterećenja (etalonskih tegova 100 g E2 OIML klase) na šest pozicija 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 1 kao što je prikazano na gornjoj šemi. Cilj ovog testa je da odredi maksimalnu razliku (=ΔE) između četiri mjerenja na pozicijama 2-3-4-5 i dva mjerenja na centralnoj poziciji (1-6).

Test tačnosti

Opterećenje (g)	*Očitavanje (g)*	*Greška (g)*
30	30,0001	0,0001
60	60,0003	0,0003
100	100,0004	0,0004
150	150,0006	0,0006
200	200,0009	0,0009

Test tačnosti vrši se korišćenjem pet različitih etalonskih tegova kako bi se pokrio cijeli mjerni opseg vage. Cilj testa tačnosti je da odredi greške u posljednjoj koloni kao razliku između očitavanja vage i vrijednosti mase odgovarajućeg etalona.

Dodatne informacije u uvjerenju o kalibraciji uključuju izjavu za podešavanje vage i vrijednosti nekih parametara:

- Temperaturna razlika u polju kalibracije $\Delta T=5\,^{o}C$
- Temperaturni koeficijent TC = 1,5 ppm/^{o}C

3.3.2. Formalno izražavanje rezultata

Konačni rezultati kalibracije koji su od interesa za korisnika, koji nije uvijek zainteresovan da zna i razumije detalje procedure kalibracije koje primjenjuje laboratorija, najčešće se izražavaju linearnom jednačinom, na primjer y=a*x+b kao:

Greška E kao funkcija opterećenja, L, izražena je na sljedeći način u određenom slučaju kalibracije:

E(L) = 4,27E-6*L, gde je L izraženo u g i E(L) izraženo u g (1)

Nesigurnost greške U(E) na nivou od 95% povjerenja kao funkcija opterećenja L, izražena je na sljedeći način:

U(E) = 1,56E-6*L, gde je L izraženo u g i U(E) izraženo u g (2)

Osim toga, na osnovu informacije od korisnika, kalibraciona laboratorija takođe može omogućiti sljedeće izraze nesigurnosti koja se koristi:

Nesigurnost očitavanja R, vage U(R), kada su primijenjene korekcije (=-greške) izražava se na sljedeći način:

U(R) = 0,0003+3,0E-6*R, gdje je R iražena u g i U(R) izražena u g (3)

Globalna nesigurnost očitavanja R vage, $U_{gl}(R)$ bez potrebe za korekcijom (=-greške) izražena je u očitavanju vage i izražava se na sljedeći način:

U_{gl}(R)= 0,0003+7,2E-6*R, gde je R izražena u g i $U_{gl}(R)$ u g (4)

3.3.3 Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije

Razmotrimo slučaj mjerenja uzorka hemijske supstance od oko 5 g na ovoj vagi sa maksimalnom dozvoljenom greškom, prema tehničkoj specifikaciji e=±0,1% od ove vrijednosti, zapravo 0,005 g (=5 mg). Pitanje za korisnika vage je da li može da koristi ovu vagu kako bi postigao manju grešku od one u specifikaciji.

Korisnik može da koristi jednačinu (4) da odredi globalnu nesigurnost koja takođe uključuje grešku kada se mjeri uzorak od 5 g.

U ovom pogledu, korišćenje jednačine (4) gdje je R=5 g globalna nesigurnost je $U_{gl}(5)$ = 0,3 mg što je mnogo manje od maksimalne dozvoljene greške od 5 mg, tako da u ovom smislu vlasnik može da upotrijebi ovu vagu bez ikakvih problema.

3.4. KALIBRACIJA POMIČNOG MJERILA DUŽINE

(ova studija slučaja je pripremljena od strane projekta)

3.4.1. Analiza

Posmatrajući kalibraciju pomičnog mjerila dužine upotrebom metode kalibracije etalona VDE 2618, rezultati kalibracije mogu biti predstavljeni u skladu sa sljedećom formom:

a) Rezultati ***internih mjerenja*** upotrebom prstena kao referentnog etalona:

Prečnik kruga (mm)	Izmjerena vrednost (mm)	Greška (mm)	Nesigurnost (mm)
25,000	24,95	-0,05	0,05

b) Rezultati ***eksternih mjerenja*** korišćenjem nekoliko planparalelnih graničnih mjera kao referentnih etalona:

Dužina planparalelne granične mjere (mm)	Izmjerena vrijednost (mm)	Greška (mm)	Nesigurnost (mm)
2,5	2,50	0,00	0,03
5,1	5,10	0,00	0,03
7,7	7,70	0,00	0,03
10,3	10,30	0,00	0,03
12,9	12,90	0,00	0,03
15	15,00	0,00	0,03
17,6	17,60	0,00	0,03
20,2	20,20	0,00	0,03
22,8	22,80	0,00	0,03
25	24,95	-0,05	0,03
50	49,98	-0,02	0,03
75	74,98	-0,02	0,03
125	124,98	-0,02	0,03

c) Rezultati ***mjerenja dubine*** upotrebom samo jedne granične mjere dužine kao referentnog etalona:

Dužina planparalelne granične mjere (mm)	Izmjerena vrijednost (mm)	Greška (mm)	Nesigurnost (mm)
75	75,00	0,1	0,1

U svakoj od gore navedenih tabela:

Prva kolona predstavlja nominalnu vrijednost: a) prečnika prstena, b) dužinu svake planparalelne granične mjere i c) dužinu (=75 mm) planparalelne granične mjere.

Druga kolona predstavlja izmjerenu vrijednost referentnog etalona (prečnika prstena ili dužinu granične planparalelne grnične mjere) upotrebom pomičnog mjerila koje se kalibriše.

Treća kolona predstavlja grešku mjerenja koja se dobija odnosom:

greška = izmjerena vrijednost - standardna referentna vrijednost

Četvrta kolona predstavlja proširenu nesigurnost na nivou od 95% povjerenja, koja je pridružena mjerenoj vrijednosti (predstavljenoj u drugoj koloni) prečnika planparalelne granične mjere upotrebom pomičnog mjerila koje se kalibriše.

3.4.2. Formalno izražavanje rezultata

Rezultati kalibracije tačno su izraženi u tabeli iznad.

3.4.3 Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije

3.4.3.1 Ocjena usaglašenosti

Razmatrimo slučaj da korisnik ovog pomičnog mjerila dužine ima pravilo za korišćenje istog, zapravo:
Greška kalibracije neće biti izvan granice od ±0,05 mm

U datom slučaju, korisnik:

- Može bez problema da koristi pomično mjerilo dužine mjereći dužinu predmeta do 22,8 mm
- Rizikuje mjereći obim između 25 mm i 50 mm
- Može da koristi ovo pomično mjerilo dužine u opsegu između 50 mm i 125 mm

3.4.3.2 Korišćenje i tumačenje nesigurnosti

Korisnik bi trebalo da bude svjestan vrijednosti proširenih mjernih nesigurnosti, koja je 0,03 mm, što je mnogo više od najmanjeg podioka pomičnog mjerila dužine (d=0,01 mm). Posebno kod velikih vrijednosti dužine kombinacija nesigurnosti i greške može biti blizu 0,1 mm.

3.5. KALIBRACIJA LENJIRA

(ova studija slučaja je pripremljena od strane projekta)

3.5.1. Analiza

Posmatrajući kalibraciju lenjira korišćenjem drugog odgovarajućeg lenjira kao referentnog etalona prilikom kalibracije, rezultati kalibracije mogu biti predstavljeni u sljedećoj formi:

a) Mjerenje debljine, d, na liniji skale lenjira:
d = 0,5 mm ± 0,2 mm

b) Rezultati mjerenja:

Očitavanje lenjira (mm)	*Greška* (mm)	*Očitavanje lenjira* (mm)	*Greška* (mm)
0	-0,2	2000	0,2
10	0,0	2001	0,2
11	0,0	2999	0,2
999	0,0	3000	0,2
1000	0,0	3001	0,2
1001	0,0	3999	0,3
1999	0,2	4000	0,3

Izjava za mjernu nesigurnost: Nesigurnost kalibracije za mjerenje razlika od linije skale do linije skale je U=0,4 mm sa nivoom povjerenja od 95%.
U gornjoj tabeli:

Prva kolona predstavlja vrijednost očitavanja izmjerenih lenjirom koji se kalibriše.

Druga kolona predstavlja grešku dobijenu od strane kalibracione laboratorije korišćenjem sljedećeg odnosa:

Greška = izmjerena vrijednost – referentna vrijednost etalona

Napomena: U ovom primjeru, kalibraciona laboratorija ne omogućava referentnu vrijednost mjerenja, na primjer vrijednosti dobijene korišćenjem referentnog lenjira.

3.5.2. Formalno izražavanje rezultata

Rezultati kalibracije izraženi su tačno kao u gore navedenoj tabeli.

3.5.3 Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije

Smatramo da korisnik ovog lenjira ima ograničenja za korišćenje istog, zapravo:
Ukupna greška prilikom korišćenja ovog lenjira ne može da pređe granicu od ±0,6 mm.

Gledajući greške u rezultatima kalibracija, može se vidjeti da je u opsegu mjerenja od 2000 mm do 4000 mm greška zajedno sa mjernom nesigurnošću, na primjer ukupno od 0,7 mm do 0,8 mm što prelazi gornju granicu od 0,6 mm. U ovom smislu, korisnik pri korišćenju lenjira u navedenom opsegu mora da napravi odgovarajuće korekcije u očitavanjima.

3.6. KALIBRACIJA VARIJABILNE PIPETE SA KLIPOM

(ova studija slučaja je zajednički pripremljena od strane Zavoda za metrologiju Makedonije i projekta)

3.6.1. Analiza

Kalibracija varijabilne pipete sa klipom sprovodi se u posebnim mjernim tačkama njene nazivne zapremine V_n (najčešće 4 mjerne tačke $0{,}10V_n$; $0{,}50V_n$; $0{,}75V_n$; V_n). Nazivna zapremina je najveća moguća zapremina koju bira korisnik, a određuje proizvođač. Procedura za kalibraciju pipete sa klipom vrši se u skladu sa standardom ISO 8655-6 "*Mjerula zapremine sa klipom – gravimetrijska metoda za određivanje greške mjerenja*".

Razmatrajući kalibracije varijabilne pipete sa klipom (pipeta ili predmet kalibracije - IuC) rezultati kalibracije najčešće su predstavljeni kao u sljedećoj tabeli.

Referentna zapremina (µL)	Izmjerena zapremina IuC (µL)	Greška- (µL)	Nesigurnost, U u 95% (µL)
100,00	100,51	+0,51	0,47
500,00	498,23	-1,77	3,01
750,00	760,81	+10,81	3,24
1000,00	1004,86	+4,86	3,93

Prva kolona predstavlja unaprijed određene zapremine koje će biti testirane ($0{,}1V_n$; $0{,}5V_n$; $0{,}75V_n$; V_n) i određene od iskazanog opsega zapremine proizvođača.

Druga kolona predstavlja vrijednost izmjerene zapremine pipete (IuC). Izmjerena zapremina se određuje gravimetrijski korišćenjem odgovarajuće vage u određenim uslovima okoline.
Svaka vrijednost izmjerene zapremine predstavlja srednju vrijednost određenog broja mjerenja (10).

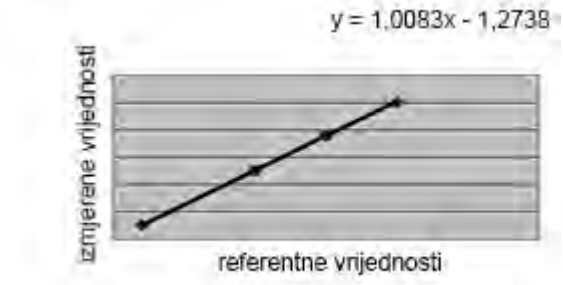
Treća kolona predstavlja grešku mjerenja i računa se na sljedeći način:

Greška = izmjerena vrijednost – referentna vrijednost (µL)

Četvrta kolona predstavlja mjernu nesigurnost na nivou od 95% povjerenja tj. proširenu mjernu nesigurnost U rezultata mjerenja prikazanih u koloni 2.

3.6.2. Formalno izražavanje rezultata

Korisnik rezultata dobija uvjerenje sa rezultatima iskazanim u formi tabele (kao što je ranije prikazano) i grafički gdje su rezultati izraženi linearnom jednačinom (y = a*x+b), kako bi se odredile vrijednosti za grešku/ korekciju za druge tačke.



This project is funded jointly by the Swedish International Development Cooperation Agency (Sida) and the European Free Trade Association (EFTA). It is implemented by the European Committee for Standardization (CEN) in support of the EU accession objectives of the countries of the Western Balkans.

3.6.3. Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije

Maksimalna dozvoljena sistematska greška za nazivnu zapreminu varijabilne pipete sa klipom utvrđena je u standardu ISO 8655-2: 2002/ AC2009 pipete sa klipom.

Razmotrimo da je maksimalna dozvoljena sistematska greška za pipete tipa A za nazivnu zapreminu 1000 µL ±0,8 % ili 8 µL.

Apsolutna sistematska greška izračunata za tačku kalibracije 750 µL je +10,81 µL tako da korisnik može da uoči ovu vrijednost, na primjer 10,81 µL prelazi dozvoljenu granicu, na primjer 8,00 µL i u tom smislu rezultat kalibracije u neusaglašenosti. U ovom slučaju postoje sljedeće mogućnosti za korisnika:

Mogućnost 1: Da se pipeta podesi i ponovo kalibriše ukoliko je podešavanje izvodljivo;
Mogućnost 2: Da se pipeta koristi ali nakon korekcija u skladu sa rezultatima/greškama navedenim u tabeli;
Mogućnost 3: Da se pipeta zamijeni novom koja će takođe morati da se kalibriše.

3.7. KALIBRACIJA DIGITALNOG MULTIMETRA ZA JEDNOSMJERNI I NAIZMJENIČNI ELEKTRIČNI NAPON I ELEKTRIČNU OTPORNOST

(ova studija slučaja je zajednički pripremljena od strane Zavoda za metrologiju Crne Gore i projekta)

3.7.1. Analiza

Rezultati kalibracije digitalnog multimetra najčešće se prikazuju u obliku sljedećih tabela:

Tabela 1 – Rezultati mjerenja jednosmjernog električnog napona (DC)

Us V	*Ur* V	*Ux* V	*E* V	*U* V
0,9999920	2	0,9999912	-0,0000008	0,0000010

Tabela 2 – Rezultati mjerenja naizmjeničnog električnog napona (AC)

Us V	*f* Hz	*Ur* V	*Ux* V	*E* V	*U* V
1,00001	50	2	1,00000	-0,00001	0,00010

Tabela 3 – Rezultati mjerenja električne otpornosti – četvorožično

Rs Ω	*Rr* Ω	*Rx* Ω	*E* Ω	*U* Ω
9,99995	20	9,99993	-0,00002	0,00001

Kalibracija digitalnog multimetra najčešće se vrši po tačkama navedenim u EURAMET-ovom Vodiču za kalibraciju cg. 15 koje prati uputstvo proizvođača, koje je dato korisniku u Uputstvu za upotrebu. Rezultati predstavljeni u gore navedenim tabelama odgovaraju kalibraciji digitalnog multimetra za: jednosmjerni električni napon, naizmjenični električni napon i električnu otpornost. Kompletna kalibracija ovog multimetra najčešće dodatno uključuje: mjerenja naizmjenične električne struje i jednosmjerne električne struje, sa dvije dodatne tabele.

Uvjerenje o kalibraciji najčešće sadrži sljedeće izjave:

1) Mjerenja jednosmjernog električnog napona i električne otpornosti sprovode se nakon inputa kratkog spoja ulaza i postavljanja i očitavanja nule (za svaki opseg mjerenja). U ovom slučaju, podešavanje multimetra nije izvršeno.

2) Prije vršenja bilo koje operacije sa mjerilom, ono se postavlja i uključuje na napajanje u laboratoriji najmanje 24 časa u cilju temperaturne stabilizacije.

3) Sljedeće preliminarne radnje su izvršene:

1. Self-test procedura: pozitivan rezultat.
2. Procedura autokalibracije: bez grešaka u operativnoj proceduri.

4) Izjava o mjernoj nesigurnosti: *Proširena mjerna nesigurnost data je kao kombinovana standardna mjerna nesigurnost pomnožena faktorom prekrivanja/obuhvata k=2, koji za normalnu raspodjelu odgovara željenom povjerenju od približno 95%. Standardna mjerna nesigurnost određuje se u skladu sa JCGM 100:2008 Procjena mjernih podataka – Uputstvo za izražavanje mjerne nesigurnosti pri mjerenju i EA-4/02 M:2013 Procjena mjerne nesigurnosti pri kalibraciji.*

U tabelama iznad:

Prva kolona predstavlja referentnu vrijednost veličine koja se mjeri.
Druga kolona predstavlja mjerni opseg u okviru koga se vrši kalibracija.
Treća kolona predstavlja izmjerene vrijednosti koju pokazuje predmet koji se kalibriše.
Četvrta kolona predstavlja razliku između mjerene vrednosti i referentne vrijednosti.
Peta kolona predstavlja proširenu mjernu nesigurnost odgovara nivou povjerenja od približno 95 %, odnosno proširenoj mjernoj nesigurnosti U.

3.7.2. Formalno izražavanje rezultata

Rezultati kalibracije izraženi su tačno kao u tabeli iznad.

3.7.3. Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije

3.7.3.1. Značaj i korišćenje rezultata

Rezultati kalibracije prikazuju stanje mjerila u trenutku kalibracije i odnose se samo na kalibrisano mjerilo sa njegovim serijskim brojem, kao što je navedeno na prvoj stranici Uvjerenja o kalibraciji. Dobijeni rezultati ne utiču na dugoročnu stabilnost mjerila koje se kalibriše.

Ukoliko korisnik želi da koristi multimetar u mjernim tačkama koje se ne nalaze u tabeli sa rezultatima kalibracije, vrijednosti će biti određene interpolacijom ili nekada i ekstrapolacijom, uz veći rizik u slučaju ekstrapolacije.

3.7.3.2. Korišćenje i tumačenje nesigurnosti

Korisnik može da ocjenjuje usklađenost sa specifikacijom proizvođača. Ukoliko ocjenjivanje usklađenosti sa specifikacijama obuhvata više veličina (i/ili mjerenih veličina), potrebno je nezavisno ocjenjivati svaku mjernu vrijednost.

Moguća su tri slučaja:

Slučaj 1: Sve izmjerene vrijednosti su u skladu sa granicama u specifikaciji;
Slučaj 2: Za neke izmjerene vrijednosti nije moguće dati izjavu o usklađenosti sa specifikacijom (ovo pokriva situacije u kojima neka mjerenja, niti jesu, niti nijesu u skladu sa specifikacijom);
Slučaj 3: Neke od izmjerenih vrijednosti nisu u skladu sa specifikacijama.

Primjenjuju se sljedeći kriterijumi:

Kriterijum 1: Ukoliko je zbir rezultata mjerenja i proširene mjerne nesigurnosti u granicama specifikacije, može se ustanoviti usklađenost sa specifikacijom.
Kriterijum 2: Ukoliko je razlika rezultata mjerenja i proširene mjerne nesigurnosti veća od granica specifikacije, može se konstatovati neusklađenost sa specifikacijom.
Kriterijum 3: Ukoliko rezultat mjerenja plus/minus proširena mjerna nesigurnost prevazilazi granice specifikacije, nije moguće konstatovati usklađenost ili neusklađenost.

3.8. KALIBRACIJA BAROMETRA

(ova studija slučaja je pripremljena od strane projekta)

3.8.1. Analiza

Prilikom kalibracije barometra za mjerenje apsolutnog pritiska, procedura kalibracije najčešće prati preporuku DKD-R 6-1. Kalibracija se vrši poređenjem vrijednosti pritiska realizovanog referentnim etalonom i očitavanja na odgovarajućem uređaju koji se kalibriše. Procedura poređenja obuhvata sljedeće korake:

a) Postavljanje opterećenja do gornje i donje granice vrijednosti kalibrisanog pritiska uređaja;
b) Serija sa povećanim i smanjenim mjerenjima u okviru opsega kalibracije uređaja koji se kalibriše;
c) Zapisivanje očitavanja indikatora referentnog etalona prilikom svake tačke kalibracije i uređaja koji se kalibriše, pri stabilizovanim uslovima pritiska u vremenskom periodu u trajanju od najmanje dva minuta.

U ovom smislu, primjenom gorenavedene procedure rezultati kalibracije prikazuju se u Uvjerenju o kalibraciji na sljedeći način:

Apsolutni referentni pritisak (hPa)	Očitavanje mjerila (hPa)	
	M1 (*povećanje*)	M2 (*smanjenje*)
939,546	942	941
965,830	969	968
980,425	983	983
1000,873	1004	1004
1015,466	1017	1017
1035,906	1038	1038

Sljedeća tabela omogućava ocjenjivanje rezultata.

Apsolutni referentni pritisak (hPa)	*Srednje izmjereni pritisak* (hPa)	*Greška* (hPa)	*Nesigurnost* (k=2) (hPa)
939,546	942	1,95	0,82
965,830	969	2,67	0,81
980,425	983	2,58	0,58
1000,873	1004	3,13	0,58
1015,466	1017	1,53	0,58
1035,906	1038	2,09	0,58

U svakoj od tabela gore:

Prva kolona predstavlja vrijednosti mjerenja referentnog etalona.

Druga kolona predstavlja srednje izmjereni pritisak koji iskazuje prosjek svih povećavanja i smanjenja u serijama mjerenja za svaku referentnu vrijednost pritiska.

Treća kolona predstavlja grešku mjerenja (takođe, ponekad nazvanu devijacija), koja se obezbjeđuje odnosom:

Greška = srednje izmjerena vrijednost – vrijednost referentnog etalona

Četvrta kolona predstavlja proširenu nesigurnost sa nivoom povjerenja od 95%, koja je povezana sa izmjerenom vrijednošću (predstavljena u drugoj koloni).

Napomena: Kombinovana nesigurnost utvrđuje se očitavanjem vrijednosti sa referentnog etalona, metode kalibracije i karakteristika barometra koji se kalibriše.

3.8.2. Formalno izražavanje rezultata

Rezultati kalibracije iskazani su tačno kao u tabeli iznad.

3.8.3. Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije

Pretpostavimo da se ovaj barometer može koristit samo ukoliko je klasifikovan do sekvence kalibracije B prema DKD-R 6-1 (2003). Međutim, ova klasifikacija zahtijeva maksimalnu nesigurnost od 0,52 hPa.

U našem slučaju možemo da vidimo da su vrijednosti nesigurnosti kalibracija (posljednja kolona) više nego gornja dozvoljena granica (= 0,52 hPa) i u ovom smislu, ovaj barometer nije moguće klasifikovati do sekvence kalibracije B, prema preporuci DKD-R 6-1 (2003) kao što je navedeno u paragrafu 9.3.

3.9. KALIBRACIJA MJERNE POSUDE (100 L)

(ova studija slučaja je zajednicki pripremljena od strane Direkcije za mere i dragocene metale - Srbija i projekta)

3.9.1. Analiza

Rezultati kalibracije mjernih posuda volumetrijskom metodom (EURAMET cg-21), dati su Uvjerenju o kalibraciji na način prikazan u nastavku.

Napomena: U skladu sa vodičem EURAMET cg-12, etaloni zapremine su etalonske mjerne posude i, u zavisnosti od nominalne zapremine, mogu se grupisati u dvije kategorije: mjerne posude za ispitivanje od 1 L do 20 L i mjerne posude za preko 20 L. U tom smislu, u ovoj specifičnoj studiji slučaja, bavimo se mjernim posudama.

Zapremina kalibracije, V (L)	Srednja vrijednost zapremine, Vsr (L)	Korekcija, ΔV (L)	Mjerna nesigurnost, U (L)
100	100,01	- 0,01	0,03

U tabeli iznad:

Prva kolona u ovoj tabeli predstavlja zapreminu kalibracije, odnosno nazivnu vrijednost zapremine mjerne posude (=100 L). To je vrijednost koja je naznačena na natpisnoj pločici mjerne posude kao željene (idealne) vrijednosti sadržane zapremine tečnosti na referentnoj temperaturi od 15 °C.

Druga kolona predstavlja srednju vrijednost izmjerene zapremine u laboratoriji koja vrši kalibraciju. U ovom primjeru srednja vrijednost zapremine iznosi 100,01 L. Ova vrijednost predstavlja stvarnu vrijednost sadržane zapremine mjerne posude na referentnoj temperaturi od 15 °C.
Sadržana zapremina mjernog suda je zapremina koju posuda sadrži kada je napunjena sa tečnošću do linije na mjernom lenjiru koja označava nazivnu vrijednost mjerne posude.

Treća kolona predstavlja vrijednost korekcije, koju bi trebalo dodati očitanoj vrijednosti zapremine tečnosti mjerne posude u upotrebi.

Korekcija= - Greška

Četvrta kolona predstavlja vrijednost proširene mjerne nesigurnosti koja je procijenjena (izračunata) sa vjerovatnoćom preklapanja od približno 95 %.

Napomena 1: Ukoliko je tehnički moguće pomjeriti mjerni lenjir na mjernoj posudi, na zahtjev klijenta može se to uraditi u cilju podešavanja mjernog lenjira na nivo koji odgovara nivou nazivne vrijednosti zapremine. U tom slučaju se u uvjerenju o kalibraciji prikazuju rezultati kalibracije prije postavke i poslije podešavanja mjernog lenjira. Nakon podešavanja mjernog lenjira, u trećoj koloni se prikazuje vrijednost 0.

Napomena 2: Pored rezultata kalibracije, u uvjerenju o kalibraciji mjernih posuda se navodi vrijeme pražnjenja mjerne posude i vrijeme otkapavanja mjerne posude. Prije početka mjerenja, korisnici mjernog suda moraju napuniti mjernu posudu i isprazniti je u skladu sa definisanim vremenom pražnjenja mjernog suda u uvjerenju o kalibraciji.

Napomena 3: Pored rezultata kalibracije, u uvjerenju o kalibraciji mjernih posuda se navodi namjena mjerne posude koja može da obezbijedi:

- *sadržanu zapreminu, odnosno zapreminu tečnosti sadržane u mjernoj posudi;*
- *isporučena zapreminu, odnosno zapremina tečnosti isporučene van posude.*

Bitno je da se postupak kalibracije mjerne posude sprovede na isti način na koji se koristi mjerna posuda. Upotreba mjerne posude se definiše prije početka kalibracije.

Napomena 4: Pored rezultata kalibracije, u uvjerenju o kalibraciji mjernih posuda se navodi referentna temperatura, koja u zavisnosti od namjene mjerne posude iznosi:

- *15 °C, za mjerne posude koje se koriste za mjerenja tečnih goriva i tečnog naftnog gasa;*
- *4 °C , za mjerne posude koje se koriste za mjerenje mjernih sistema za mlijeko;*
- *20 °C, za mjerne posude koje se koriste za ovjeravanje vodomjera.*

3.9.2. Formalno izražavanje rezultata

Formalno iskazan rezultat kalibracije mjerne posude, koja je predviđena da sadrži zapreminu tečnosti na referentnoj temperaturi od 15 °C, je sljedeći:

Zapremina = 100,01 L ± 0,03 L

3.9.3. Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije

3.9.3.1. Ocjenjivanje usaglašenosti

Primjeru kalibracije mjerne posude, gdje se ocjenjivanje usaglašenosti sprovodi prema kriterijumima iz međunarodne preporuke OIML R120, u vezi je sa:

- najvećom dozvoljenom greškom kalibracije mjerne posude,
- proširenom mjernom nesigurnošću kalibracije mjerne posude.

Prema kriterijumu iz međunaordne preporuke OIML R120, najveća dozvoljena greška mjerne posude iznosi ± 1/2000 od nazivne zapremine, što u navedenom primjeru sa nazivnom vrednošću od 100 L iznosi:

$$\frac{1}{2000} * 100\ L = 0{,}05\ L$$

Uzimajući u obzir da je greška mjerne posude od 0,01 L (negativna vrijednost korekcije prikazana u trećoj koloni tabele), manja od najveće dozvoljene greške koja u ovom slučaju iznosi 0,05 L, može se zaključiti da je kriterijum iz OIML R120 zadovoljen.

3.9.3.2. Upotreba i tumačenje nesigurnosti

Upotreba i tumačenje proširene mjerne nesigurnosti kalibracije mjerne posude od 100 L, biće prikazano za slučaj upotrebe mjerne posude u postupku ovjeravanja uređaja za točenje goriva.

Prema Pravilniku o mjerilima (Direktivi o mjernim instrumentima MID – 2014/32), najveća dozvoljena greška uređaja za točenje goriva je ± 0,5 %.

0,5 % od 100 L se računa: $0{,}5 * \frac{100\ L}{100} = 0{,}5\ L$

Kriterijum za mjerne posude u upotrebi, prema OIML R120, u pogledu proširene mjerne nesigurnosti je da proširena mjerna nesigurnost mjerne posude sa kojom se vrši ovjeravanje mora biti manja od trećine vrijednosti najveće dozvoljene greške uređaja za točenje goriva.

Trećina vrijednosti od najveće dozvoljene greške uređaja za točenje goriva se računa na sljedeći način:

$$\frac{1}{3} * 0{,}5\ L = 0{,}17\ L$$

Posmatrajući vrijednost proširene mjerne nesigurnosti kalibracije mjernog suda prikazane u četvrtoj koloni tabele koja iznosi 0,03 L, može se zaključiti sljedeće:

- Navedena vrijednost u uvjerenju o kalibraciji je manja od 0,17 L;
- Kriterijum iz Pravilnika je zadovoljen;
- Mjerna posuda može se koristiti za namjeravanu upotrebu (ovjeravanje uređaja za točenje goriva).

3.10. Kalibracija planparalelne granične mjere interferometrijskom metodom

(ova studija slučaja je zajednički pripremljena od strane Direkcije za mere i dragocene metale - Srbija i projekta)

3.10.1. Analiza

Razmatrajući kalibraciju planparalelne granične mjere nazivne dužine 50 mm klase K, ponekad 0 (interferometrijska metoda) ili klase 0, 1 i 2 (metoda poređenja), rezultat kalibracije je najčešće prikazan korišćenjem nekih od kolona iz sljedeće tabele. Klase planparalelnih graničnih mjera su definisane prema standardu ISO 3650:1998.

1	2	3	4	5
Nazivna dužina (mm)	Odstupanje od centralne dužine IuC (µm)	Izmjerena centralna dužina IuC (mm)	Mjerna nesigurnost ($k = 2$) (µm)	Varijacija (µm)
50	0,04	50,00004	0,03	0,05

Kalibracija planparalelnih graničnih mjera najviše klase tačnosti pomoću interferometra za planparalelne granične mjere vrši se direktnim poređenjem stvarne dužine planparalelne granične mjere u datim laboratorijskim uslovima (tačnije, u uslovima okoline – temperature, relativne vlažnosti, pritiska unutar kućišta interferometra tokom mjerenja) sa talasnom dužinom zračenja lasera koji predstavlja etalon preko koga se ostvaruje sljedivost.

Kalibracija planparalelnih graničnih mjera nižih klasa tačnosti vrši se na komparatoru za planparalelne granične mjere metodom poređenja centralne dužine referentne granične mjere (poznate iz uvjerenja o kalibraciji) i centralne dužine ispitivane planparalelne granične mjere. Korišćena referentna granična mjera može direktno biti mjerena interferometrijski ili povezana putem jednog ili nekoliko poređenja sa referentnom graničnom mjerom mjerenom interferometrijski. Podatak o centralnoj dužini granične mjere koristi se za obezbjeđenje sljedivosti rezultata mjerenja.

Metoda poređenja može da se koristi i za određivanje varijacije u dužini planparalelne granične mjere. Varijacija dužine predstavlja razliku između najveće i najmanje dužine planparalelne granične mjere mjerena u četiri ugla mjerne površine (odstupanja od centralne dužine) i uvek je pozitivna vrijednost. Praktično, varijacija planparalelne granične mjere pokazuje odstupanje od idealne paralelnosti njenih mjernih površina. Preko nje se ne ostvaruje sljedivost mjerenja.

Obično se u kalibracionom sertifikatu, pored kolona 1 i 4 (5), koristi samo jedna od kolona 2 ili 3 (označene zvjezdicom) za prikazivanje rezultata kalibracije. Očitavanja izmjerene dužine ispitivane granične mjere u kolonama 2 i 3 su ekvivalentni.

Kolona 1 prikazuje nazivnu dužinu planparalelne granične mjere, onako kako je naznačena na etalonu.

Kolona 2 prikazuje izmjereno odstupanje centralne dužine ispitivane granične mjere od njene nazivne dužine (greška). Obično se u kalibracionim sertifikatima koristi termin odstupanje (deviation), a ne termin greška (error) za dobijeni rezultat kalibracije.

Napomena: U uvjerenju o kalibraciji nikad se ne daje negativna vrijednost greške/odstupanja, s obzirom na to da se izraz korekcija odnosi na odstupanje očitane mjerene vrijednosti od stvarne vrijednosti, a ne na odstupanje od nazivne vrijednosti.

Kolona 3 prikazuje izmjerenu vrijednost centralne dužine ispitivane planparalelne granične mjere (IuC – predmet koji se kalibriše).

Zapaženo je da se izmjerena dužina (odstupanje) planparalelne granične mjere uvijek daje za referentnu temperaturu T=20 °C, korišćenjem vrijednosti koeficijenta linearnog toplotnog širenja materijala od kog je napravljena planparalelna granična mjera (najčešće nerđajući čelik).

Kolona 4 prikazuje proširenu mjernu nesigurnost za vjerovatnoću od približno 95 %, koja se povezuje sa mjerenom vrijednošću (predstavljenoj u koloni 2) dužine planparalelne granične mjere.

Kolona 5 prikazuje varijaciju dužine granične mjere.

U slučaju kalibracije cijele garniture planparalelnih graničnih mjera, uobičajeno je da se mjerna nesigurnost iskazuje van tabele u obliku linearne jednačine u funkciji mjerene dužine, kako što je prikazano u sljedećim primjerima:

$U = (0{,}02 + 0{,}20 \times L)$ µm (L u m) - interferometrijska metoda, ili
$U = (0{,}05\ \mu m + 0{,}5 \times 10^{-6} \times L)$ (L u mm) - prvi red metode poređenja

U globalu, mjerna nesigurnost može da bude prikazana u nanometrima (nm), kao i u mikrometrima (µm).

Svako uvjerenje o kalibraciji mora da sadrži i podatak o koeficijentu linearnog toplotnog širenja materijala od kog je napravljena planparalelna granična mjera. Ovaj koeficijent se koristi za svođenje rezultata kalibracije na na bilo koju temperaturu. Vrijednost koeficijenta linearnog toplotnog širenja daje se u sljedećem obliku (primjer se odnosi na nerđajući čelik):

$$\text{Koeficijent } \alpha = (11{,}5 \pm 1) \times 10^{-6}\ °C^{-1}$$

3.10.2. Formalno izražavanje rezultata

Rezultat kalibracije (za pojedinačnu planparalelnu graničnu mjeru) izražava se kao u gore navedenoj tabeli i može se prikazati kao:

Izmjerena dužina L = 50 mm + 0,03 µm ili 50 mm + 30 nm ili 50,00003 mm
Mjerna nesigurnost U(L) = 0,04 µm ili 40 nm

U slučaju garniture planparalelnih graničnih mjera, rezultat kalibracije se izražava kao u gore navedenoj tabeli sa jednom od kolona 2 ili 3, a mjerna nesigurnost se obično izražava u obliku gore navedene linearne jednačine.

$$U(L) = a + b \cdot L$$

gdje su:
a - komponente nesigurnosti koje ne zavise od mjerene dužine
b - komponente nesigurnosti koje zavise od mjerene dužine

3.10.3. Korišćenje i tumačenje rezultata kalibracije

3.10.3.1. Ocjena usaglašenosti

Najvažnija informacija o planparalelnoj graničnoj mjeri dobijena kalibracijom je podatak o vrijednosti njene centralne dužine na 20 °C sa pridruženom mjernom nesigurnošću. Za ocjenu usaglašenosti sa zahtjevima standarda ISO 3650 kad je u pitanju klasa tačnosti, neophodno je uzeti u obzir i mjernu nesigurnost. Pouzdana potvrda klase tačnosti je moguća samo u slučaju da je mjerna nesigurnost u granicama tolerancije i ako su ostali zahtjevi iz ISO 3650 ispunjeni (dimenzije granične mjere, osobine materijala, stabilnost, paralelnost i topografija mjernih površina itd). Ukoliko su mjerna nesigurnost i utvrđene tolerancije (granice dozvoljene greške) istog reda veličine (npr. u tabeli iz primjera: izmjereno odstupanje od nazivne dužine 40 nm, mjerna nesigurnost 30 nm, tolerancija 50 nm), klasa tačnosti planparalelne granične mjere ne može biti jasno određena.

Varijacija dužine se najčešće mjeri samo metodom poređenja na komparatoru. Mjerenje varijacije dužine u četiri ugla planparalelne granične mjere daje rezultat mjerenja sa samo približnom statističkom vjerovatnoćom, budući da maksimalna varijacija u dužini ne mora nužno da se pojavi u četiri mjerena ugla. Stoga se podatak o varijaciji dužine može koristiti za provjeru kvaliteta planparalelne granične mjere, ali nije pogodan za određivanje klase tačnosti granične mjere sa zadovoljavajućom tačnošću u metrološkom smislu (malom mjernom nesigurnošću).

Najvrijedniji i najkorisniji podatak koji se dobija kalibracijom za graničnu mjeru je njena centralna dužina sa pridruženom mjernom nesigurnošću.

Iz svega navedenog proizlazi da nema puno metrološkog smisla koristiti planparalelnu graničnu mjeru samo sa informacijom da li zadovoljava ili ne neke od zahtjeva klasifikacije tačnosti definisanih u skladu sa ISO 3650. Formalno gledano, informacija o usaglašenosti sa klasom tačnosti nije relevantna u metrološkom smislu. Budući da je izmjerena vrijednost centralne dužine navedena u kalibracionom sertifikatu, sa aspekta metrologije nije toliko relevantno da li su granice tolerancije premašene ili ne.

Osnivnu zahtjev iz standarda ISO 3650 (ocjena usaglašenosti) na koji treba obratiti pažnju je podatak o najvećoj dozvoljenoj promjeni centralne dužine planparalelne granične mjere u toku jedne godine. Ovaj podatak govori o stabilnosti materijala planparalelne granične mjere tokom vremena. Ukoliko je promjena dužine granične mjere veća od promjene navedene u standardu (a etalon nema vidljivih oštećenja), najvjerovatniji uzok je nedovoljno dobra termička obrada materijala i u tom smilslu granična mjera mora se zamijeniti novom. Međutim, ovakva ocjena može da se donese samo na osnovu ponovljenih kalibracija, što dovodi do formiranja odgovarajuće istorije kalibracija granične mjere.

3.10.3.2. Upotreba i tumačenje nesigurnosti

Granice tolerancije za centralnu dužinu i varijaciju dužine za planparalelnu graničnu mjeru nazivne dužine 50 mm i i klase tačnosti K prema standardu ISO 3650 su sljedeće:

Za centralnu dužinu: ± 0,2 µm ili ± 200 nm;
Za varijaciju dužine: 0,05 µm ili 50 nm.

Vrijednosti dobijene kalibracijom (tabela iz primjera) su:

Centralna dužina: 40 nm.
Mjerna nesigurnost: 30 nm.
Varijacija: 50 nm.

Iz primjera se vidi da planparalelna granična mjera zadovoljava propisane tolerancije za klasu tačnosti K kada je u pitanju centralna dužina granične mjere. Međutim, kada je u pitanju varijacija dužine (koja isto tako definiše klasu tačnosti), situacija više nije tako jednostavna. Ukoliko su mjerna nesigurnost i utvrđene tolerancije jednake, kao u našem primjeru, prema standardu istog reda veličine, klasa tačnosti granične mjere najčešće ne može biti jasno definisana.

Zapaža se da je mnogo važnije od pripadnosti određenoj klasi tačnosti pitanje da li se planparalelna granična mjera može kalibrisati bez ograničenja kao što su prisustvo ogrebotina, korozije ili mrlja na mjernim površinama, istrošenost, smanjene osobine prijanjanja i refleksije, naročito u centralnom dijelu mjernih površina.

Dakle, najvažniji mjerni podatak u kalibracionom sertifikatu granične mjere jeste njena kalibrisana centralna dužina sa pridruženom mjernom nesigurnošću. Podatak o klasi tačnosti u kalibracionom sertifikatu više služi kao podatak koji govori o kvalitetu izrade granične mjere nego što ima neku veću, metrološki gledano, upotrebnu vrijednost. Isto se odnosi i na podatak o varijaciji dužine dobijen metodom poređenja na komparatoru.

This project is funded jointly by the Swedish International Development Cooperation Agency (Sida) and the European Free Trade Association (EFTA).
It is implemented by the European Committee for Standardization (CEN) in support of the EU accession objectives of the countries of the Western Balkans.