

METROLOŠKI VODIČ

Uverenja o etaloniranju: 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 posetite www.qualityinfrastructure.eu za više informacija o ovom Projektu.

Projekat se zahvaljuje Direkciji za mere i драгоцене метале за превод овог водича са енглеског језика.

Sadržaj

UVOD	4
DEFINICIJE.....	4
1 UVERENJA O ETALONIRANJU: Praktična pitanja	6
2. PROVERA SADRŽAJA UVERENJA O ETALONIRANJU	8
2.1 Opšta polja u uverenju o etaloniranju	8
2.2 Tehnička polja	10
3. ANALIZA I TUMAČENJE REZULTATA ETALONIRANJA: Studije slučaja	10
3.1 ETALONIRANJE DIGITALNOG TERMOMETRA	10
3.1.1 Analiza	10
3.1.2. Formalno izražavanje rezultata	11
3.1.3 Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja	12
3.2. ETALONIRANJE ETALONA MASE	13
3.2.1. Analiza	13
3.2.2. Formalno izražavanje rezultata	14
3.2.3 Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja	14
3.3. ETALONIRANJE NEAUTOMATSKIH VAGA	15
3.3.1. Analiza	15
3.3.2. Formalno izražavanje rezultata	16
3.3.3 Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja	17
3.4. ETALONIRANJE POMIČNOG MERILA DUŽINE.....	17
3.4.1. Analiza	17
3.4.2. Formalno izražavanje rezultata	18
3.4.3 Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja	18
3.5. ETALONIRANJE LENJIRA	19
3.5.1. Analiza	19
3.5.2. Formalno izražavanje rezultata	20
3.5.3 Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja	20
3.6. ETALONIRANJE VARIJABILNE PIPETE SA KLIPOM.....	20
3.6.1. Analiza	20
3.6.2. Formalno izražavanje rezultata	21

3.6.3. Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja	21
3.7. ETALONIRANJE DIGITALNOG MULTIMETRA ZA JEDNOSMERNI I NAIZMENIČNI ELEKTRIČNI NAPON I ELEKTRIČNU OTPORNOST.....	22
3.7.1. Analiza	22
3.7.2. Formalno izražavanje rezultata	23
3.7.3. Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja	23
3.8. ETALONIRANJE BAROMETRA	24
3.8.1. Analiza	24
3.8.2. Formalno izražavanje rezultata	25
3.8.3. Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja	26
3.9. ETALONIRANJE MERNE POSUDE.....	26
3.9.1. Analiza	26
3.9.2. Formalno izražavanje rezultata	27
3.9.3. Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja	27
3.10. ETALONIRANJE GRANIČNE (PLANPARALELNE) MERE DUŽINE	28
3.10.1. Analiza	28
3.10.2. Formalno izražavanje rezultata	30
3.10.3. Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja	30

UVOD

Proces etaloniranja koji prethodi izdavanju uverenja o etaloniranju veoma je široko u upotrebi u industriji, laboratorijama, ocenjivanju usaglašenosti tela, preduzećima u opštem i državnom vlasništvu kako bi zadovoljili zahteve 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 zahteve. Dodatno, uverenja o etaloniranju su glavno sredstvo kojim se obezbeđuje dokaz sledivosti merenja. U ovom smislu, mnogo vremena i novca se potroši na usluge etaloniranja na bilo kom nivou.

Ovaj vodič pruža daje odgovore na neka praktična pitanja o uverenjima o etaloniranju i praktične instrukcije, kako ispitati uverenje o etaloniranju, razumeti njegov sadržaj, proveriti rezultate, kako ga tumačiti i kako doneti neophodne odluke. U ovom smislu, u ovom vodiču predstavljene su, analizirane i diskutovane su određene praktične studije slučaja uverenja o etaloniranju merila.

Napomena: Namera ovog vodiča nije da pruži detalje vezane za proceduru etaloniranja, već stavlja naglasak na konačni rezultat koji je najčešće od interesa za korisnika merila koje se etalonira.

DEFINICIJE

Merena veličina: Veličina koja se meri.

Rezultat merenja: Vrednost pripisana merenoj veličini, dobijena u određenom postupku merenjem. Rezultat merenja neke veličine najčešće se izražava pomoću najbolje procenjene vrednosti (srednja vrednost niza ponovljenih merenja te veličine, nazivna vrednost te veličine ili slično) i merne nesigurnosti pripisane odgovarajućoj proceni.

Pokazivanje (merila/etalona): Vrednost veličine koju obezbeđuje merilo/etalon. Pokazivanje može biti merena veličina, merni signal, ili neka druga veličina koja se koristi za izračunavanje merene veličine.

Tačnost merenja: Bliskost slaganja između rezultata merenja i prave vrednosti merene veličine.

Preciznost merenja /Ponovljivost rezultata merenja: Bliskost slaganja između rezultata ponovljenih uzastopnih merenja na istom ili sličnom predmetu pod određenim uslovima (uslovima ponovljivosti).

Reproduktivnost merenja: Bliskost slaganja između rezultata uzastopnih merenja iste merene veličine izvršenih u promenljivim uslovima, što podrazumeva različite principe merenja, različita merila, različite posmatračke (metrologe), različita mesta merenja, različite uslove i vremena merenja.

Greška merenja: Razlika rezultata merenja i prave vrednosti merene veličine, odnosno referentne vrednosti.

Sistemska greška: Greška koja predstavlja razliku između srednje vrednosti koja bi se dobila iz beskonačnog broja merenja iste merene veličine, obavljenih u uslovima ponovljivosti i prave

vrednosti merene veličine. Sistematska greška u toku više merenja iste merene veličine u uslovima ponovljivosti ostaje stalna i po znaku i po apsolutnoj vrednosti ili se menja prema određenom zakonu sa promenom uslova, dakle ona je predvidiva.

Slučajna greška: Greška koja predstavlja razliku između rezultata merenja i srednje vrednosti koja bi se dobila iz beskonačnog broja merenja iste merene veličine, obavljenih u uslovima ponovljivosti. Slučajna greška se u toku ponovljenih merenja u uslovima ponovljivosti, menja i po znaku i po apsolutnoj vrednosti nepravilno, ne nepredvidiv način pa se ona ne može koristiti za korekciju nekorigovanog rezultata merenja.

Nekorigovan rezultat: Rezultat za koji nije izvršena korekcija za sistematsku grešku.

Korigovan rezultat: Rezultat koji se dobije posle primene korekcije za sistematsku grešku. Prilikom korigovanja rezultata merenja mogu se primeniti više korekcija za sve prepoznate sistematske greške.

Korekcija: Nenegativna vrednost procenjene ili određene sistematske greške koja predstavlja vrednost koja se algebarski dodaje rezultatu merenja da bi se kompenzovala sistematska greška. Korekcija ili greška merenja/odstupanje su saopšteni u sertifikatu o etaloniranju sa određenom mernom nesigurnošću. Primena korekcije/odstupanja osigurava obezbeđenje sledivosti, odnosno neprekidnost lanca sledivosti do nacionalnih ili međunarodnih etalona jedinice određene veličine ili više veličina.

Merna nesigurnost: Ne negativni parameter koji karakteriše disperziju vrednosti količine koje se pripisuju merenoj veličini, na osnovu korišćenih informacija. Na primer, taj parametar može biti standardna devijacija ili njen umnožak, ili poluširina intervala sa naznačenim nivoom poverenja (k) za odgovarajuću verovatnoću. Merna nesigurnost obuhvata, uglavnom više komponenti. Najčešće se u sertifikatu o etaloniranju saopštava merena veličina, korekcija/greška/odstupanje sa proširenom mernom nesigurnosti sa tačno određenim nivoom poverenja k .

Etalon: Etalon je materijalizovana mera, merilo, referentni materijal ili merni sistem namenjen da definiše, ostvari, čuva ili reprodukuje jedinicu ili jednu ili više vrednosti veličine da služi kao referenca. Poređenjem se ova referentna vrednost prenosi sa etalona na etalone nižeg ranga ili merila. Postoje razne vrste etalona i nivoi etalona: međunarodni, nacionalni, primarni, sekundarni, referentni, radni, overeni/sertifikovani referentni materijal, i drugi.

Nacionalni etalon: Etalon priznat nacionalnom odlukom da služi u državi kao osnova za pripisivanje vrednosti određene veličine drugim etalonima.

Referentni etalon: Izabrani etalon (određenog nivoa) konstruisan za etaloniranje drugih etalona/merila za određenu veličinu u određenoj organizaciji/laboratoriji/nacionalnom metrološkom institutu ili na određenoj lokaciji na koji se oslanjaju određena merenja koja se tu sprovode.

Etaloniranje: Skup postupaka kojima se u određenim uslovima, uspostavlja odnos između vrednosti merene veličine koju pokazuje merilo/etalon ili merni sistem koji se etalonira i odgovarajuće vrednosti ostvarene etalonom kojim se prenosi referentna vrednost sa etalona na etalone nižeg nivoa ili merila. Rezultat etaloniranja omogućuje ili pripisivanje vrednosti merene veličine pokazivanjima ili određivanje korekcije koje treba da se primene na pokazivanje. Postupak etaloniranja praćen je i procenom merne nesigurnosti određivanja pripisane vrednosti ili korekcije, tako da se u postupku procene obuhvate sve relevantne komponente merne nesigurnosti koje se prikazuju najčešće preko budžeta mernih nesigurnosti.

Sledivost merenja: Osobina rezultata merenja koja povezuje rezultat sa navedenom metrološkom referencom, odnosno upotrebljenim etalonom, pa sve do nacionalnog ili međunarodnog etalona koji služi za definiciju jedinice određene veličine, posredstvom neprekinutog lanaca etaloniranja mernog sistema.

1. UVERENJA O ETALONIRANJU: Praktična pitanja

Sledeći slučajevi sa praktičnim pitanjima o uverenjima o etaloniranju diskutovani su i analizirani u praktičnim uslovima. Cilj je da se razumeju osnovni principi, odgovori na najčešće postavljena pitanja i razjasne pogrešna razumevanja.

Slučaj 1: Uverenje o etaloniranju izdaje se za određeno merilo.

Proizvođači merila često izdaju “Uverenja o etaloniranju” ili “Izveštaje o etaloniranju” koja međutim ne odgovaraju konkretnim određenim merilima, već se odnose na čitave serije merila. U ovom slučaju mora se razumeti pravo značenje i upotreba ovih. Postoji nekoliko jednostavnih načina da se to uradi, kao što su:

- Serijski broj (s/n) merila, koji je jedinstvena identifikacija, naveden je pravilno na prvoj stranici stvarnog uverenja o etaloniranju. Ukoliko serijski broj ne postoji, onda bi neka druga identifikacija trebalo da bude navedena.
- Izjava se najčešće nalazi u fusnoti prve stranice ili na svakoj stranici gde uverenje odgovara određenom konkretnom merilu, a ne seriji ili drugim merilima.
- Prihvatljivo uverenje o etaloniranju najčešće u sebe uključuje veoma analitičke rezultate i objašnjenja saopštenih informacija i u većini slučajeva, ne svim, sadrži više od jedne stranice.
- Prihvatljivo uverenje o etaloniranju jedinstveno se identifikuje odgovarajućim brojem, datumom etaloniranja, datumom izdavanja i originalnim potpisom osobe ovlašćene da izdaje uverenja.

Međutim, u praksi postoje slučajevi gde uverenje o etaloniranju odgovara i sadrži informacije koje se odnose na više od jednog merila, stvarno skupu njih, kao što su etaloni mase. Ali u slučaju više instrumenata ili materijalizovanih mera, svaki komad odvojeno je etaloniran i jedinstveno indentifikovan u uverenju.

Normalno, u prihvatljivom uverenju na prvoj stranici nalazi se izjava: *Ovo uverenje o etaloniranju ne može biti reprodukovano osim u celosti i uz dozvole laboratorije koja ga izdaje. Uverenje o etaloniranju bez potpisa i pečata nije važeće.*

Slučaj 2: Postojanje uverenja o etaloniranju znači da je određeno merilo pouzdano i da može da bude korišćeno, pružajući tačne i pouzdane rezultate. U ovom smislu, može se pretpostaviti da su odgovarajući zahtevi standarda u potpunosti ispunjeni, uzimajući u obzir da je takođe metrološka sledivost postignuta.

Ovo nije tačno. Uverenje o etaloniranju pruža samo rezultat niza merenja sprovedenih od strane laboratorije za etaloniranje, koja karakterišu metrološko ponašanje određenog merila koje je etalonirano.

Na pitanje, da li su rezultati zadovoljavajući, odgovor bi trebalo da dâ korisnik određenog merila, na primer od nekog ko može da pristupi rezultatima etaloniranja i da ocenu pogodnosti merila za određenu upotrebu, a prema određenim potrebama i zahtevima, odnosno unapred definisanim kriterijumima

Rezultat sagledavanja unapred definisanih kriterijuma i informacija iz uverenja o etaloniranju, za status i upotrebu određenog merila, mogao bi da bude:

- Korišćenje merila kakvo jeste bez daljih akcija
- Podešavanje merila, ponovno etaloniranje i upotreba
- Upotreba sa neophodnim i odgovarajućim korekcijama u indikaciji ukoliko podešavanje nije izvodljivo
- Zamena merila drugim merilom sa boljim metrološkim ponašanjem, kako bi se zadovoljili zahtevi njegove upotrebe

Slučaj 3: Uverenje o etaloniranju određenog merila je jedino sredstvo koje pruža dokaz sledivosti merenja kada se ovo merilo koristi.

Sledivost merenja je neophodna kako bi se uspostavilo poverenje za pouzdana i tačna merenja. Uverenje o etaloniranju pruža kvantitativne podatke povezane sa odgovarajućim lancem sledivosti merenja. Ujedno, očigledno je da uverenje o etaloniranju omogućava identifikovanje laboratorije koja služi kao veza u lancu sledivosti sve do nacionalnog etalona jedinice određene merene veličine.

Slučaj 4: Smatra se da je uverenje o etaloniranju prihvatljivo i pouzdano, ukoliko:

- Je izdato od strane nacionalnog metrološkog instituta sa objavljenim CMC (merne mogućnosti etaloniranja) tabele u KCDB BIPM,
- Je izdato od strane akreditovane laboratorije prema standardu ISO 17025.
U ovom slučaju logo akreditacije bi trebalo da se nalazi u gornjem levom ili desnom uglu.

U bilo kom drugom slučaju, na primer neakreditovana, laboratorija za etaloniranje trebalo bi barem da zadovolji zahteve paragrafa 5.10 standarda ISO 17025. Ovo nije trivijalni slučaj za prihvatanje, uzimajući u obzir da bi laboratorija koja etalonira trebalo da bude u mogućnosti da obezbedi odgovarajuće dokaze za preispitivanje i prihvatanje sledivosti (više informacija potražiti u dokumentima Akreditacionog tela Srbije, odnosno videti pravila za prihvatanje sledivosti rezultata merenja).

Slučaj 5: Često se sreće izraz “nesigurnost merila”

Ovaj izraz eksplicitno znači nesigurnost dobijena iz serije merenja sprovedenih u postupku etaloniranja određenog merila. U ovom smislu, drugo etaloniranje, na primer durgi set merenja u istoj ili drugoj laboratorije mogla bi da dovedu do različitih rezultata za nesigurnost.

Slučaj 6: Upotrebom etaloniranog merila u merenjima može se pretpostaviti da je nesigurnost merenja nesigurnost navedena u uverenju o etaloniranju upotrebljenog određenog merila u sprovedenim merenjima. Da li je ovo tačno?

Ovo nije apsolutno tačno. Ovo je samo pretpostavka. Zapravo, merna nesigurnost navedena u uverenju o etaloniranju odgovara merenjima sprovedenim u laboratoriji za etaloniranje gde je merilo etalonirano pod određenim uslovima (laboratorijskim uslovima temperature, relativna vlažnost, pritisak i drugi relevantni parametri, određeni operater i upotreba određene metode etaloniranja/korišćena procedura). S druge strane, upotrebom istih merila, serije drugih različitih merenja koje sprovodi drugi operater pod različitim uslovima u drugoj laboratoriji ili na terenu, sprovodeći sopstveni metod ili proceduru merenja rezultiraće novim nesigurnostima, koje se najčešće definišu u budžetu merne nesigurnosti za metodu ili proceduru merenja.

Slučaj 7: Nakon etaloniranja, merilo sa istom pouzdanošću ponovo može da bude upotrebljeno u periodu navedenom za ponovno overavanje.

Ovo nije tačno. Uverenje o etaloniranju pruža „trenutnu sliku” metrološkog ponašanja određenog merila u trenutku etaloniranja. Bilo kakva nepravilnost u rukovanju merilom nakon etaloniranja može dovesti do odstupanja u prethodno određenim metrološkim osobinama u uverenju o etaloniranju. U ovom smislu, prisustvo uverenja o etaloniranju samo po sebi ne pruža garanciju tačnih i pouzdanih merenja. Umesto toga treba ispravno rukovati, održavati i sprovoditi provere na osnovu prethodno definisanih kriterijuma za upotrebu merila.

Slučaj 8: Period ponovnog etaloniranja ili interval merila određuje laboratorija koja etalonira merilo

Ovo nije tačno. Učestalost ponovnog etaloniranja ili vremenski interval između dva etaloniranja treba isključivo biti određen od strane korisnika merila u skladu sa potrebama, zahtevima i povezanim rizicima tokom upotrebe merila. Ovo naravno znači da korisnik merila mora dobro poznavati i razumeti svoje potrebe i relevantne zahteve. Da zaključimo, laboratorija za etaloniranje može da odredi interval ponovnog etaloniranja ili datum sledećeg etaloniranja isključivo na zahtev korisnika merila.

2. PROVERA SADRŽAJA UVERENJA O ETALONIRANJU

Po dobijanju uverenja o etaloniranju korisnik merila bi trebalo da proveriti polja unutar uverenja, koja možemo podeliti u opšta i tehnička polja.

2.1 Opšta polja u uverenju o etaloniranju

- Naslov: eksplicitno bi na vrhu svake stranice trebalo da piše: “Uverenje o etaloniranju” takođe bi se mogao koristiti naslov “Izveštaj o etaloniranju” koji se kao takava ne sreće često.
- Ime laboratorije: Na vrhu svake stranice uverenja trebalo bi da stoji naziv laboratorije za etaloniranje sa njenim logom.

- c) Broj uverenja: Trebalo bi da postoji jedinstveni identifikacioni broj uverenja (najčešće na vrhu stranice ili na svim stranicama). Ovaj broj bi trebalo da se koristi u slučaju kada se neko želi da pozove na uverenje.
- d) Ime stranke: Puni podaci stranke koja podnosi zahtev za etaloniranje/korisnika merila (ime, adresa, i drugi relevantne informacije).
- e) Opis merila: kratak opis merila, na primer: digitalni termometar sa radnim opsegom i rezolucijom, sa podacima o proizvođaču i tipu
- f) Identifikacija merila: Serijski broj i drugi dodatni brojevi, kao što je inventarski broj dodeljen od strane vlasnika/korisnika. U svakom slučaju, trebalo bi da postoji jedinstvena identifikacija merila, kako bi uverenje o etaloniranju odgovaralo određenom merilu.
- g) Broj naloga za etaloniranje: Broj naloga za etaloniranje određuje laboratorija za etaloniranje u trenutku prijema merila. Broj naloga za etaloniranje je jedinstven za svako merilo i nalazi se u registru etaloniranja laboratorije. Često se u praksi sreće slučaj da je broj naloga za etaloniranje isti kao i broj uverenja o etaloniranju.
- h) Datum prijema: Datum prijema merila u laboratorije za etaloniranje, ako je presudan za valjanost i dalju primenu rezultata etaloniranja.
- i) Datum etaloniranja: Datum ili period etaloniranja (etaloniranje bi moglo da potraje više od jednog dana i trebalo bi zapisati datum početka i završetka etaloniranja ili na drugi način).
- j) Datum izdavanja: Datum izdavanja uverenja o etaloniranju
- k) Potpis: Potpisano od strane ovlašćene osobe sa njenim imenom i nazivom pozicije. U zavisnosti od politike laboratorije, moguće je da potpiše i druga osoba koja je odgovorna za sprovođenje etaloniranja.
- l) Izjava u vezi kopiranja i dalje reprodukcije uverenja. Ova izjava se najčešće nalazi u fusnoti svake stranice uverenja o etaloniranju, kazujući da reprodukcija dela uverenja zahteva saglasnost laboratorije za etaloniranje.
- m) Dodatne izjave: Takođe, trebalo bi da postoje izjave u pogledu jedinstvenosti uverenja (BIPM logo, akreditacija ili drugo), isključivo povezujući uverenje sa određenim etaloniranim merilom. Takođe potrebno je da uverenje ima identifikaciju ukupnog broja strana, kao i svake strane kako bi uverenje bilo jedinstvena celina.

2.2 Tehnička polja

- a) Stanje merila: Kratka izjava o stanju merila u trenutku prijema, na primer: kratak opis njegovog stanja dobro ili loše i ukoliko je vršena priprema merila, kao što je na primer čišćenje.
- b) Uslovi okoline: Promena laboratorijskih uslova ili uslova na terenu (temperature, relativna vlažnost, pritisak ili drugi relevantni parametri) moraju biti deo uverenja o etaloniranju. Na primeru uslova temperature tokom etaloniranja najčešće se saopštavaju minimalne i maksimalne vrednosti ili srednja vrednost temperature u laboratoriji i opseg promene temperature, kao i na drugi način kojim se obezbeđuje dovoljno informacija o proceni uslova temperature tokom etaloniranja.
- c) Sledivost merenja: Izjava o sledivosti merenja. Može da bude veoma uopštena: *“sledivost merenja do SI jedinica posredstvom nacionalnog etalona XXXX”* ili više analitička obezbeđujući dokaz sledivosti, navodeći brojeve uverenja o etaloniranju nacionalnih etalona laboratorije uključenih i korišćenih u etaloniranju. Prva se najčešće sreće u laboratorijama na nacionalnom nivou u nacionalnim metrološkim institucijama jedne zemlje (NMI, DI) koji razvijaju, čuvaju, održavaju i usavršavaju nacionalne etalone, dok se drugi način izjave o sledivosti upotrebljava u akreditovanim laboratorijama nižeg nivoa od nacionalnog.
- d) Metoda etaloniranja/procedura: Kratak opis procedure etaloniranja sa osvrtom na reference, određeni standard ili druga indentifikacija metode. Ukoliko su korišćene nestandardne metode, onda bi opis metode etaloniranja morao biti detaljniji (uobičajeno 4 – 5 redova).
- e) Rezultati etaloniranja: Oni bi trebalo da budu predstavljeni u nekoj odgovarajućoj formi, kao što je: tabela, jednačina, grafik ili kombinacijom navedenih formi.
- f) Nesigurnost merenja: Trebalo bi da je eksplicitno navedena i prati svaki pojedinačni rezultat, praćena uopštenom izjavom: *“Prijavljena je proširena nesigurnost koja proizilazi iz standardne kombinovane merene nesigurnosti (u_c) pomnožena sa faktorom pokrivenosti k . (faktor pokrivenosti mora biti tačno određen, i najčešće je vrednosti faktora pokrivenosti $k=2$). Procena merne nesigurnosti izvršena je prema «Vodiču za izražavanje nesigurnosti merenja» (JCGM 100: 2008). Generalno, vrednost merene veličine nalazi se unutar pripisanog intervala sa verovatnoćom oko 95%. Prijavljena nesigurnost ne uključuje procenu dugoročnih varijacija”*

3. ANALIZA I TUMAČENJE REZULTATA ETALONIRANJA: Studije slučaja

3.1 ETALONIRANJE DIGITALNOG TERMOMETRA

(ova studija slučaja je pripremljena od strane projekta)

3.1.1 Analiza

Posmatrajući rezultate etaloniranja digitalnog termometra (termometar koji je ovde predmet etaloniranja – UUC), rezultati etaloniranja su najčešće prikazani na način dat u sledećoj tabeli.

Referentna temperatura $t_{ref}(^{\circ}\text{C})$	Temperatura UUT $t_{UUT}(^{\circ}\text{C})$	Greška $\Delta(^{\circ}\text{C})$	Korekcija $corr(^{\circ}\text{C})$	Nesigurnost, $U_{95\%}(k=2)$ $(^{\circ}\text{C})$
0.01	0.1	0.09	-0.09	0.20
20.00	19.9	-0.10	+0.10	0.19
40.04	40.1	0.06	-0.06	0.21
60.00	59.8	-0.20	+0.20	0.22
80.01	79.4	-0.61	+0.61	0.21

Etaloniranje termometra uspostavlja se na diskretnim temperaturnim vrednostima/tačkama njegovog radnog temperaturnog opsega (često u pet različitim temperaturnih tačaka ili drugačije na zahtev korisnika). Tačke etaloniranja trebalo bi da odabere korisnik na osnovu potreba u korišćenju termometra. Na primer, kada se upotrebljava termometar za određivanje temperature u komori koja radi na temperaturi od 2 °C do 8 °C, najčešće se biraju tri tačke etaloniranja, na primer na 2 °C, 4 °C i 8 °C.

Prva kolona tabele predstavlja vrednosti referentne temperature, merene referentnim termometrom (u ovom slučaju referentni etalon) laboratorije koja etalonira digitalni termometar, a koji bi u principu trebalo da ima bolje metrološke karakteristike nego termometar koji se etalonira. Bitno je napomenuti da je svaka vrednost saopštene referentne temperature dobijena kao srednja vrednosti niza dobijenih vrednosti merenjem etalonskim termometrom u postupku etaloniranja...

Druga kolona tabele predstavlja dobijene vrednosti temperature digitalnim termometrom na svakoj tački etaloniranja, očitane u postupku etaloniranja na referentnim temperaturama. Bitno je napomenuti da je svaka vrednost saopštene temperature UU dobijena kao srednja vrednosti niza dobijenih vrednosti merenjem digitalnim termometrom u postupku etaloniranja.

Treća kolona tabele predstavlja grešku merenja koja se dobija sledećim odnosom

$$\text{Greška } (^{\circ}\text{C}) = \text{temperatura UUT } (^{\circ}\text{C}) - \text{referentna temperatura } (^{\circ}\text{C})$$

Četvrta kolona tabele predstavlja korekciju koja bi trebalo da bude dodata očitanoj vrednosti na digitalnom termometru u toku upotrebe nakon etaloniranja i dobija se :

$$\text{Korekcija } (^{\circ}\text{C}) = - \text{greška } (^{\circ}\text{C})$$

Najčešće se u uverenjima o etaloniranju saopštava ili greška (treća kolona) ili korekcija (četvrta kolona).

Peta kolona tabele pruža informaciju o proširenoj mernoj nesigurnosti rezultata etaloniranja (kolona 2), nivou poverenja k (u ovom slučaju k=2) za verovatnoću od 95% pojave rezultata u datom intervalu.

3.1.2. Formalno izražavanje rezultata

Uspostavljanje merenja putem digitalnog termometra na osnovu pokazivača digitalnog termometra 20 °C, tada izraz rezultata uključujući primenu korekcije prema tabeli postaje:

Temperatura = $20.0 + (-0.09) \pm 0.19$ °C ili

Temperatura = 19.91 ± 0.19 °C na nivou od 95% pouzdanosti

3.1.3 Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja

3.1.3.1 Ocenjivanje usaglašenosti

Razmotrimo slučaj da je maksimalno dozvoljena greška digitalnog termometra za određenu upotrebu

$$\max\Delta = 0.5 \text{ °C.}$$

Zatim, gledajući u treću kolonu tabele etalonirana digitalnog termometra može se videti da greška na tački etaloniranja, referentne temperature od 80.01 °C prelazi vrednosti maksimalne dozvoljene greške digitalnog termometra, u ovom smislu, etaloniranje pokazuje pojavu neusaglašenosti po pitanju upotrebe ovog termometra na ovoj referentnoj temperaturi. U ovom slučaju, moraju se razmotriti sledeće mogućnosti:

Mogućnost 1: Podesiti i ponovo etalonirati termometar, ukoliko je podešavanje moguće

Mogućnost 2: Upotrebljavati termometar uz primenu korekcije na očitane vrednosti digitalnim termometrom, koristeći vrednosti korekcije iz četvrte kolone. Prilikom korišćenja upotrebiti izraz za primenu korekcije (bez dela nesigurnosti). U ovom slučaju, mora se biti veoma pažljiv prilikom usvajanja i korigovanja, posebno ukoliko je uključeno više od jednog korisnika.

Mogućnost 3: Zameniti digitalni termometar novim, koji takođe mora biti etaloniran i zadovoljiti postavljeni kriterijum.

Pitanje: Šta se dešava ukoliko korisnik mora da upotrebi termometar u temperaturnim tačkama koje nisu uključene u tabelu rezultata etaloniranja? Koje se onda vrednosti za grešku, korekciju i nesigurnost trebaju pripisati?

Odgovor: Vrednosti koje se određuju interpolacijom ili ponekada ekstrapolacijom sa većim rizikom u kasnijim slučajevima. U tim slučajevima korisnik je odgovoran za uključenje nesigurnosti interpolacije ili ekstraplacije dodatno u saopštenu mernu proširenu mernu nesigurnost u tabeli. Često u toku samog etaloniranja digitalnog termometara u više tačaka, laboratorija koja etalonira uključuje nesigurnost interpolacije, i najčešće saoptava jednu proširenu mernu nesigurnost za temperaturni opseg etaloniranja.

3.1.3.2 Upotreba i tumačenje nesigurnosti

Slučaj A: Razmatranje merne nesigurnosti kada bi rezultati merenja trebalo da budu u prethodno usvojenim/definisanim granicama prihvatljivosti

Posmarajmo slučaj da se digitalni termometar sa nesigurnošću etaloniranja od oko 0.4-0.5 °C upotrebljava za očitavanje temperature u prostoriji ili komori gde se zahtevi standarda za maksimalno odstupanje $d=\pm 1$ °C referentne (targetirane) temperature na 80 °C. Može se videti da određeni digitalni termometar nije odgovarajući za navedenu primenu, ako se uzme u obzir nesigurnost etaloniranja (oko 0.4-0.5 °C) i zatevana vrednost

$d (= 1 \text{ } ^\circ\text{C})$. Radeći i koristeći pomenuti digitalni termometar za merenje i održavanje temperature u granicama $d=\pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$, veoma je verovatno da će mnoga merenja biti izvan ovih prihvatljivih/definisanih granica. Ukoliko bi nesigurnost etaloniranja mogla da bude smanjena na nivo od $0.2 \text{ } ^\circ\text{C}$, kao u primeru etaloniranja datom u tabeli etaloniranja digitalnog termometra, onda bi rezultati merenja temperature u prostoriji ili komori bili više prihvatljiviji u odnosu na granice $d=\pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$, uzimajući u obzir da se odnos d/U smanjuje od 2 do 5.

Slučaj B: Razmatranje merne nesigurnosti u svakodnevnoj upotrebi merila

Stvarno, trebalo bi imati na umu da bi prilikom upotrebe ovog termometra u svakodnevnom životu nesigurnost bila veća nego nesigurnost određena uverenjem o etaloniranju. Ovo je normalno ukoliko se uzme u obzir da su uslovi etaloniranja skoro idealni u laboratorijama za etaloniranje, u poređenju sa korišćenjem termometra u svakodnevnom životom, drugoj laboratoriji, i posebno na terenu.

3.2. ETALONIRANJE ETALONA MASE

(ova studija slučaja je zajednički pripremljena od strane Kosovo Metrology Agency i projekta)

3.2.1. Analiza

Razmatrajući etaloniranje etalona mase, tega od 20 kg nominalne vrednosti, klase tačnosti F1 potvrđene od strane OIML, cilj ovog etaloniranja je da odredi:

- Konvencijalnu vrednost mase.
- Pridruženu nesigurnost konvencijalne vrednosti mase.
- Klasu tačnosti OIML zasnovanu na određenom kriterijumu OIML R 111 standarda.

Napomena: Konvencijalna vrednost mase nije stvarna vrednost mase etalona mase koja je stvarno neophodna u nekim slučajevima. Stvarna vrednost mase može se izvesti korišćenjem odgovarajuće formule.

Rezultati etaloniranja u uverenju o etaloniranju najčešće su izraženi kao:

Nominalna vrednost mase	Konvencijalna vrednost mase	Nesigurnost	OIML klasa tačnosti
20 kg	20 kg – 35 mg	11 mg	F1

Procedura etaloniranja uključuje merenja na komparatoru mase tega koji se etalonira i referentnog etalona bolje klase tačnosti (OIML) nego klase tačnosti tega koji se etalonira, odnosno 20 kg E2 OIML klase. U ovom smislu uspostavljaju se ciklusi merenja zamenjujući dva etalona na komparatoru mase.

Prva kolona u ovoj tabeli gore iznetih rezultata predstavlja nominalnu vrednost upotrebljenog (nacionalnog) etalona koji se etalonira, koji je u suštini gotovo idealne vrednosti.

Druga kolona predstavlja konvencijalnu vrednost mase. U ovom primeru vrednost od -35 mg je greška kao što je određeno prilikom etaloniranja na osnovu izvršenih merenja.

Treća kolona Predstavlja proširenu mernu nesigurnost, 95% pouzdanosti koja je pridružena konvencionalnoj vrednosti mase na osnovu merenja u postupku etaloniranja. U ovom primeru vrednost proširene merne nesigurnosti je 11 mg.

Četvrta kolona Iskazuje klasu tačnosti etaloniranog tega, etalona mase zasnovanu na kriterijumu međunarodne preporuke OIML R 111, koja podrazumeva maksimalnu dozvoljenu grešku i proširenu mernu nesigurnost. U ovom slučaju, očigledno iz kriterijuma OIML, etalirani teg pripada klasi tačnosti F1.

3.2.2. Formalno izražavanje rezultata

Rezultati etaloniranja izražavaju se kao u tabeli iznad, naime:

$$\text{Konvencijalna masa, } m_c \text{ (g)} = 20\,000 \text{ (g)} - 0.035 \text{ (g)} = 19\,999.965 \text{ (g)},$$
$$\text{nesigurnost } U(m_c) = 11 \text{ mg i}$$

F1 OIML klasa tačnosti zasnovana na OIML R 111

3.2.3 Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja

3.2.3.1 Ocenjivanje usaglašenosti

U ovom slučaju etaloniranja imamo ocenjivanje usaglašenosti prema kriterijumu OIML koji vodi do klasifikacije tega, etalona mase od F1 klase tačnosti. Da u ovom slučaju nisu zadovoljeni kriterijumi iz međunarodne preporuke OIML R 111, klasifikacija bi najverovatnije vodila nižom klasom tačnosti, kao što je F2.

Napomena: Odstupanje etalonskog tega, etalona mase u pogledu njihove klase tačnosti može biti pripisano rukovanju korisnika, kao što je najčešće prašina, korozija ili ogrebotine, koje vode do promene vrednosti mase. Klasifikacija etalona mase prema međunarodnoj preporuci OIML R111 koristi nekoliko zahteva, dodatnih u odnosu na gore navedene zahteve.

3.2.3.2 Korišćenje i tumačenje nesigurnosti

Korisnik može koristiti ovaj teg, etalon mase prema OIML R111 u slučajevima gde je OIML klasa tačnosti zahtevana, kao što je:

- Da proveriti tačnost neautomatskih vaga.
- Da proveriti tačnost, pretežno vrednosti mase ili dugih tegova etalona mase manje tačnosti, na primer F2, M1, M2.
- Sprovođenje etaloniranja drugih etalonskih tegova manje tačnosti na primer F2, M1, M2.
- Etaloniranje neautomatskih vaga korišćenjem dodatnih tegova, etalona mase različitih nominalnih vrednosti.

Korisnik ovog etalona mase najčešće koristi konvencijalnu vrednost mase tega (20 kg – 35 mg) sa pridruženom proširenom mernom nesigurnošću (11 mg). Kako god, korisnik može da upotrebljava nominalnu

vrednost težine (= 20 kg) zbog praktičnih razloga merne nesigurnosti određenim OIML R111 koja je 1/3 maksimalno dozvoljene greške za određenu klasu tegova (= 100 mg u slučaju 20 kg F1 OIML klase tegova).

Napomena: Posmatrajući konkretnu grešku određenu u ovom etaloniranju (=35 mg) i njenu pridruženu proširenu mernu nesigurnost (=11 mg) u odnosu na maksimalno dozvoljenu grešku tega iz međunarodne preporuke OIML R 111, jasno je da laboratorija veoma pažljivo sprovodi etaloniranje.

3.3. ETALONIRANJE NEAUTOMATSKIH VAGA

(ova studija slučaja je zajednički pripremljena od strane General Directorate for Metrology - Albania i projekta)

3.3.1. Analiza

Posmatrajući etaloniranje neautomatskih vaga (ili vaga mase) sa maksimalnim opterećenjem **Max=220 g** i **najmanjeg podeoka d=0.1 mg** merenja koja se trebaju izvršiti za etaloniranje mogu da budu određeni u konsultacijama sa klijentom u skladu sa običajenom upotrebom merila. U bilo kom slučaju metoda sa ispitivanjima za ovo etaloniranje opisani su u EURAMET vodiču za etaloniranje cg. 18. Rezultati izvršenog ispitivanja predstavljani su kao sledeće:

Test ponovljivosti

Ponovljivost opterećenja

100 g

Čitanje

1	100.0002
2	99.9999
3	100.0001
4	100.0000
5	100.0002
6	100.0002
s=0.00013g	

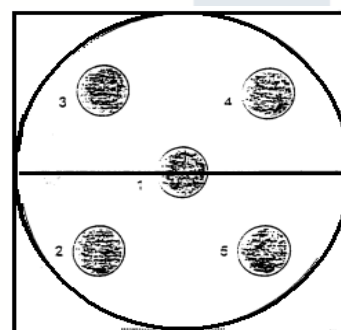
Test ekscentričnosti

Ponovljivost ekscentričnosti

100 g

čitanje (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
$\Delta E = 0.0002 \text{ mg}$		



Čitajući dva gore navedena testa:

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

Tekst ekscentričnosti sprovodi se stavljanjem opterećenja (etalonsih 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 merenja na pozicijama 2-3-4-5 i dva merenja na centralnoj poziciji (1-6).

Test tačnosti

Opterećenje (g)	Čitanja (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 etaloničkih tegova kako bi se pokrio ceo merni opseg vage. Cilj testa tačnosti je da odredi greške u poslednjoj koloni kao razliku između očitavanja vage i vrednosti mase odgovarajućeg etalona.

Dodatne informacije u uverenju o etaloniranju uključuju izjavu za podešavanje vage i vrednosti nekih parametara:

- Temperaturna razlika u polju etaloniranja $\Delta T = 5^\circ \text{C}$
- Temperaturni koeficijent $TC = 1.5 \text{ ppm}/^\circ \text{C}$

3.3.2. Formalno izražavanje rezultata

Konačni rezultati etaloniranja koji su od interesa za korisnika, koji nije uvek zainteresovan da zna i razume detalje procedure etaloniranja koje primenjuje laboratorija, najčešće se izražavaju linearnom jednačinom, na primer $y = a \cdot x + b$ kao:

Greška E kao funkcija opterećenja izražena je na sledeći način u određenom slučaju etaloniranja:

$$E(L) = 4.27E-6 \cdot L, \text{ gde je } L \text{ u g i } E(L) \text{ u mg} \quad (1)$$

Nesigurnost greške U(E) na 95% pouzdanosti kao funkcija opterećenja L, izražena je na sledeći način:

$$U(E) = 1.56E-6 \cdot L, \text{ gde je } L \text{ u g i } U(E) \text{ u mg} \quad (2)$$

Dodatno, zasnovano na informaciji od korisnika, laboratorija koja etalonira takođe može omogućiti sledeći izraz:

Nesigurnost merenja težine U(L) kada su primenjene korekcije (=) izražene kao:

$$U(L) = 0.27 + 3.0E-6 \cdot L, \text{ gde je } L \text{ u g i } U(L) \text{ u mg} \quad (3)$$

Globalna nesigurnost merenja težine $U_{gl}(L)$ bez potrebe za korekcijom (=) izražena je u čitanju vage kao:

$$U_{gl}(L) = 0.27 + 7.2E-6 \cdot L, \text{ gde je } L \text{ u g i } U_{gl}(L), \text{ u mg} \quad (4)$$

3.3.3 Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja

Razmotrimo slučaj merenja uzorka hemijske supstance od oko 5 g na ovoj vagi sa maksimalno dozvoljenom greškom, prema tehničkoj specifikaciji $e=\pm 0,1\%$ od ove vrednosti, zapravo 0.,005 g. 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) iznad da odredi globalnu nesigurnost koja takođe uključuje grešku kada se meri uzorak od 5 g.

U ovom pogledu korišćenje jednačine gde je $L=5$ g globalna greška je $U_{gl}(5) = 0.3$ mg što je mnogo manje od maksimalno dozvoljene greške od 5 mg, tako da u ovom smislu vlasnik može da koristi ovu vagu bez ikakvog problema.

3.3.3.1 Korišćenje i tumačenje nesigurnosti

Prema slučaju, vlasnik vage, zapravo laboratorija za ispitivanje mora da utvrdi mernu nesigurnost procesa merenja uzoraka od 10 g, kao izvor nesigurnosti za računanje kombinovane nesigurnosti cele metode ispitivanja.

Korisnik može da koristi jednačinu (4) iznad da odredi mernu nesigurnost kada meri uzorak od 10 g.

U ovom smislu upotreba jednačine za $L=10$ g nesigurnost je $U(10\text{ g})=0.0002$ g na nivou pouzdanosti od 95%

3.4. ETALONIRANJE POMIČNOG MERILA DUŽINE

(ova studija slučaja je pripremljena od strane projekta)

3.4.1. Analiza

Posmatrajući etaloniranje pomičnog merila dužine upotrebom metode etaloniranja, za merilo VDE 2618 rezultati etaloniranja mogu biti predstavljeni u sledećoj formi:

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

Prečnik kruga (mm)	Izmerena vrednost (mm)	Greška (mm)	Nesigurnost (mm)
25.000	24.95	-0.05	0.05

b) Rezultati **eksternih merenja** korišćenjem graničnih mera dužine kao referentnih etalona:

Dužina granične mere dužine (mm)	Izmerena vrednost (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 **merenja dubine** upotrebom samo jedne granične mere dužine kao referentnog etalona:

Dužina granične mere dužine (mm)	Izmerena vrednost (mm)	Greška (mm)	Nesigurnost (mm)
75	75.00	0.1	0.1

U svakoj od gore navedenih tabela:

Prva kolona predstavlja nominalnu vrednost a) prečnika prstena, b) dužinu svake granične mere dužine i c) dužinu (=75 mm) granične mere dužine

Druga kolona predstavlja izmerenu vrednost referentnog etalona (prečnika prstena ili dužinu granične mere dužine) upotrebom pomičnog merila koje se etalonira.

Treća kolona predstavlja grešku merenja koja se dobija odnosom:
greška = izmerena vrednost - standardna referentna vrednost

Četvrta kolona predstavlja proširenu nesigurnost od 95% pouzdanosti, koja je pridružena merenoj vrednosti (predstavljenoj u drugoj koloni) prečnika granične mere dužine upotrebom pomičnog merila dužine koje se etalonira.

3.4.2. Formalno izražavanje rezultata

Rezultati etaloniranja tačno su izraženi u tabeli iznad.

3.4.3 Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja

3.4.3.1 Ocenjivanje usaglašenosti

Razmatramo da korisnik ovog pomičnog merila dužine ima pravilo za korišćenje istog, zapravo:

Greška etaloniranja neće biti izvan granice od ± 0.05 mm

Onda u ovom slučaju, korisnik:

- Може без проблема да користи pomično мерило дуљине мерећи дуљину предмета до 22.8 mm
- Ризикuje мерећи обим између 25 mm и 50 mm
- Може да користи ово pomično мерило дуљине у опсегу између 50 mm и 125 mm

3.4.3.2 Korišćenje i tumačenje nesigurnosti

Korisnik bi trebalo da bude svestan vrednosti proširenih mernih nesigurnosti, koja je 0.03 mm veća nego najmanji podeok pomičnog merila dužine ($d=0.01$ mm). Posebno kod velikih vrednosti dužine. Kombinacija nesigurnosti i greška mogu biti bliži 0.1 mm.

3.5. ETALONIRANJE LENJIRA

(ova studija slučaja je pripremljena od strane projekta)

3.5.1. Analiza

Posmatrajući etaloniranje lenjira korišćenjem drugog odgovarajućeg lenjira kao referentnog etalona prilikom etaloniranja, rezultati etaloniranja mogu biti predstavljeni u sledećoj formi:

a) Merenje debljine, d , na liniji skale lenjira:
 $d = 0.5 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$

b) Rezultati merenja:

Čitanje lenjira (mm)	Greška (mm)	Čitanje 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 mernu nesigurnost: Nesigurnost etaloniranja za merenje razlika od linije skale do linije skale je $U=0.4$ mm sa nivoom pouzdanosti od 95%.

U gornjoj tabeli:

Prva kolona predstavlja vrednost čitanja lenjira koji se etalonira.

Druga kolona predstavlja grešku dobijenu od strane laboratorije za etaloniranje korišćenjem sledećeg odnosa:

$$\text{Greška} = \text{izmerena vrednost} - \text{referentna vrednost etalona}$$

Napomena:

- Korekcija sa pridruženom greškom ima sledeći odnos:
greška = - korekcija.
- U ovom primeru laboratorija za etaloniranje ne omogućava referentnu vrednost merenja, na primer dobijenu korišćenjem referentnog lenjira.

3.5.2. Formalno izražavanje rezultata

Rezultati etaloniranja izraženi su tačno kao u tabeli.

3.5.3 Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja

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 rezultatu etaloniranja, može se videti da je u opsegu merenja od 2000 mm do 4000 mm greška zajedno sa mernom nesigurnošću, na primer ukupno od 0.7 mm do 0.8 mm što prelazi unapred zahtevau gornju granicu 0.6 mm. U ovom smislu, kada korisnik koristi lenjir u navedenom obimu mora da napravi odgovarajuće korekcije u čitanjima.

3.6. ETALONIRANJE VARIJABILNE PIPETE SA KLIPOM

(ova studija slučaja je zajednički pripremljena od strane Bureau of Metrology - Macedonia i projekta)

3.6.1. Analiza

Etaloniranje varijabilne pipete sa klipom sprovodi se u određenim mernim tačkama od njene nazivne zapremine V_n (najčešće 4 merne tačke $0.10V_n$; $0.50V_n$; $0.75V_n$; V_n). Nazivna zapremina je najveća moguća zapremina koju bira korisnik a određena od strane proizvođača. Procedura za etaloniranje pipete sa klipom vrši se u skladu sa standardom ISO 8655-6 "Uređaji zapremine sa klipom – gravimetrijska metoda za određivanje greške merenja".

Razmatrajući etaloniranje varijabilne pipete sa klipom (pipeta ili Item under Calibration - luC) rezultati etaloniranja najčešće su predstavljeni kao u sledećoj tabeli.

Referentna zapremina	Izmerna zapremina	Odstupanje- (μL)	Nesigurnost, U u 95% (μL)
----------------------	-------------------	-------------------------------	--

(μL)	IuC (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 unapred određene zapremine koje će biti etalonirane ($0.1V_n$; $0.5V_n$; $0.75V_n$; V_n) određene od iskazanog opsega zapremine proizvođača.

Druga kolona predstavlja vrednost izmerene zapremine pipete (IuC). Izmerena zapremina se računa korišćenjem izmerenih masa tečnosti (destilovana voda) na vagi sa odgovarajućom rezolucijom u određenim uslovima okoline.

Svaka vrednost izmerene zapremine predstavlja srednju vrednost određenog broja merenja (10).

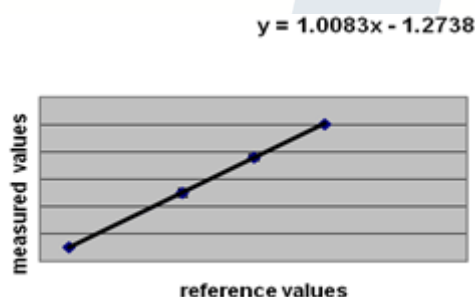
Treća kolona predstavlja odstupanje od referentne zapremine, i računa se:

$$\text{Odstupanje} = \text{izmerena vrednost} - \text{referentna vrednost} (\mu\text{L})$$

Četvrta kolona predstavlja standardnu mernu nesigurnost koja odgovara verovatnoći prekrivanja/ obuhvata približno 95% tj. proširenu mernu nesigurnost U rezultata merenja prikazanog u koloni 2.

3.6.2. Formalno izražavanje rezultata

Korisnici rezultata dobijaju uverenje sa rezultatima iskazanim u formi tabele (kao što je pre prikazano) i grafički gde su rezultati izraženi linearnom jednačinom ($y = a*x+b$) kako bi se odredile vrednosti za odstupanje / korekciju za druge tačke.



3.6.3. Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja

3.6.3.1 Ocena usaglašenosti

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 je $\pm 0.8\%$ ili 8 μL .

Apsolutna sistematska greška izračunata za tačku etaloniranja 750 μL je +10.81 μL tako da korisnik može da uoči ovu vrednost, na primer 10.81 μL prelazi dozvoljenu granicu, na primer 8.00 μL i u ovom smislu. U ovom slučaju postoje sledeće mogućnosti za korisnika:

Mogućnost 1: Da se pipeta podese i ponovo etalonira ukoliko je podešavanje izvodljivo

Mogućnost 2: Da se pipeta koristi ali nakon korekcija u skladu sa rezultatima/ odstupanjima navedenim u tabeli

Mogućnost 3: Da se pipeta zameni novom koja će takođe morati da se etalonira.

3.7. ETALONIRANJE DIGITALNOG MULTIMETRA ZA JEDNOSMERNI I NAIZMENIČNI ELEKTRIČNI NAPON I ELEKTRIČNU OTPORNOST

(ova studija slučaja je zajednicki pripremljena od strane Bureau of Metrology - Montenegro i projekta)

3.7.1. Analiza

Rezultati etaloniranja digitalnog multimetra najčešće se prikazuju u obliku sledećih tabela

Tabela 1 – Rezultati merenja jednosmernog električnog napona

U_s V	U_r V	U_x V	E V	U V
0,9999920	2	0,9999912	-0,0000008	0,0000010

Tabela 2 – Rezultati merenja naizmeničnog električnog napona

U_s V	f Hz	U_r V	U_x V	E V	U V
1,00001	50	2	1,00000	-0,00001	0,00010

Tabela 3 – Rezultati merenja električne otpornosti – četvorožično

R_s Ω	R_r Ω	R_x Ω	E Ω	U Ω
9,99995	20	9,99993	-0,00002	0,00001

Etaloniranje digitalnog multimetra najčešće se vrši po tačkama navedenim u Eurametovom Vodiču za etaloniranje cg. 15 koje prati uputstvo proizvođača, koje je dato korisniku u Uputstvu za upotrebu. Rezultati predstavljeni u gore navedenim tabelama odgovaraju etaloniranju digitalnog multimetra za: jednosmerni električni napon, naizmenični električni napon i električnu otpornost. Kompletno etaloniranje ovog multimetra najčešće dodatno uključuje: merenja naizmenične električne struje i jednosmerne električne struje, sa dve dodatne tabele.

Uverenje o etaloniranju najčešće sadrži sledeće izjave:

- 1) Merenja jednosmernog električnog napona i električne otpornosti sprovode se nakon inputa kratkog spojanja ulaza i postavljanja i očitavanja nule (za svaki opseg merenja). U ovom slučaju podešavanje multimetra nije izvršeno.
- 2) Pre vršenja bilo koje operacije sa merilom, merillo je temperaturno stabilisano u laboratoriji najmanje 24 časa i uključeno na napajanje.
- 3) Sledeće prethodne radnje su izvršene:
 - Self test: pozitivan rezultat.
 - Procedura autokalibracije: bez grešaka u operativnoj proceduri.
- 4) Izjava o mernoj nesigurnosti: *Proširena merna nesigurnost data je kao kombinovana standardna merna nesigurnost pomnožena faktorom pokrivanja/obuhvata $k=2$, koji za normalnu raspodelu odgovara verovatnoći pokrivanja/obuhvata približno 95 %. Uputstvo za izražavanje merne nesigurnosti JCGM 100:2008 Standardna merna nesigurnost određena je u skladu sa publikacijom EA-4/02 M:2013*

U tabelama iznad:

Prva kolona predstavlja referentnu vrednost električne veličine koja se meri.

Druga kolona predstavlja merni opseg u okviru koga se vrši etaloniranje.

Treća kolona predstavlja električnu veličinu koja se meri, koju pokazuje merno sredstvo koje se etalonira.

Četvrta kolona predstavlja razliku između merene vrednosti i referentne vrednosti.

Peta kolona predstavlja proširenu mernu nesigurnost koja odgovara verovatnoći pokrivanja/obuhvata približno 95 %

3.7.2. Formalno izražavanje rezultata

Rezultati etaloniranja izraženi su tačno kao u tabeli iznad.

3.7.3. Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja

3.7.3.1. Značaj i korišćenje rezultata

Rezultati etaloniranja prikazuju stanje mernog sredstva u trenutku etaloniranja i odnose se samo na etalonirano merno sredstvo sa njegovim serijskim brojem, kao što je navedeno na prvoj stranici Uverenja o etaloniranju. Dobijeni rezultati ne utiču na dugoročnu stabilnost mernog sredstva koji se etalonira.

Ukoliko korisnik želi da koristi multimetar u mernim tačkama koje se ne nalaze u tabeli sa rezultatima etaloniranja, vrednosti će biti određene interpolacijom ili nekada i ekstrapolacijom sa većim rizikom u kasnijim slučajevima.

3.7.3.2. Korišćenje i tumačenje nesigurnosti

Korisnik može da ocenjuje usklađenost sa specifikacijom proizvođača. Ukoliko ocenjivanje usaglašenosti sa specifikacijama ugrožava više veličina (i/ili merenih veličina) svaku mernu vrednost treba nezavisno ocenjivati.

Moguća su tri slučaja:

Slučaj 1: Sve izmerene vrednosti su u skladu sa granicama u specifikaciji;

Slučaj 2: Za neke izmerene vrednosti nije moguće dati izjavu usklađenosti sa specifikacijom (ovo pokriva situacije u kojima neka merenja, nitijesu, niti nisu u skladu sa specifikacijom);

Slučaj 3: Neke od izmerenih vrednosti nisu u skladu sa specifikacijama.

Primenjeni kriterijumu su sledeći:

Kriterijum 1: Ukoliko je zbir rezultata merenja i proširene merne nesigurnosti u granicama specifikacije, onda usklađenost sa specifikacijom može biti navedena.

Kriterijum 2: Ukoliko je razlika rezultata merenja i proširene merne nesigurnosti veća od granica specifikacije, onda neusklađenost sa specifikacijom može biti navedena.

Kriterijum 3: Ukoliko je zbir rezultata merenja i proširene merne nesigurnosti veći od granica specifikacije, nije moguće navesti usklađenost ili neusklađenost.

3.8. ETALONIRANJE BAROMETRA

(ova studija slučaja je pripremljena od strane projekta)

3.8.1. Analiza

Prilikom etaloniranja barometra za merenje apsolutnog pritiska, procedura etaloniranja najčešće prati preporuku DKD-R 6-1. Etaloniranje se vrši poređenjem pritiska realizovanog etalomom I pokazivanja odgovarajućeg indikatora uređaja koji se etalonira. Procedura poređenja obuhvata sledeće korake:

- Postavljanje gornje i donje granice vrednosti etaloniranog pritiska uređaja
- Serijsa sa povećanim i smanjenim merenjima u okviru opsega etaloniranja uređaja koji se etalonira.
- Zapisi vanje pokazivanja indikatora referentnog etalona prilikom svake tačke etaloniranja i uređaja koji se etalonira, pri stabilizovanim uslovima pritiska u vremenskom periodu u trajanju od najmanje dva minuta.

U ovom smislu, primenom gore navedene procedure rezultati etaloniranja prikazuju se u Uverenju o etaloniranju na sledeći način:

Apsolutno referentni pritisak (hPa)	Čitanje merila (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

Sledeća tabela omogućava ocenjivanje rezultata.

Apsolutno referentni pritisak (hPa)	Srednje izmereni 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 vrednosti merenja referentnog etalona

Druga kolona predstavlja srednje izmereni pritisak koji iskazuje prosek svih povećavanja i smanjenja u serijama merenja za svaku referentnu vrednost pritiska.

Treća kolona predstavlja grešku merenja (takođe, ponekad nazvanu devijacija), koja se obezbeđuje odnosom:

$$\text{Greška} = \text{srednje izmerena vrednost} - \text{vrednost referentnog etalona}$$

Četvrta kolona predstavlja proširenu nesigurnost, gotovo sa 95% nivoa pouzdanost, koja je povezana sa vrednošću merenja (predstavljena u drugoj koloni)

Napomena: Kombinovana nesigurnost utvrđuje se očitavanjem vrednosti sa referentnog etalona, metode etaloniranja i karakteristika barometra koji se etalonira.

3.8.2. Formalno izražavanje rezultata

Rezultati etaloniranja iskazani su tačno kao u tabeli iznad.

3.8.3. Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja

Mislimo da se ovaj barometer može koristiti samo ukoliko je klasifikovan do sekvence etaloniranja B prema DKD-R 6-1 (2014). Kakogod, ova klasifikacija zahteva maksimalnu nesigurnost od 0.53 hPa.

U našem slučaju možemo da vidimo da su vrednost nesigurnosti etaloniranja (poslednja kolona) više nego gore maksimalna granica (= 0.58 hPa) i u ovom smislu, ovaj barometer nije moguće klasifikovati do sekvence etaloniranja B prema preporuci DKD-R 6-1 (2014) kao što je navedeno u paragrafu 9.3.

3.9. ETALONIRANJE MERNE POSUDE

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

3.9.1. Analiza

Kod etaloniranja mernih posuda volumetrijskom metodom, primer prikazivanja rezultata etaloniranja, kada se merni lenjir na mernoj posudi ne pomera odnosno kada se ne vrši podešavanje izmerene vrednosti zapremine na nazivnu vrednost, dat je u tabeli ispod:

Zapremina etaloniranja, V (L)	Srednja vrednost zapremine, V _{sr} (L)	Korekcija, ΔV (L)	Merna nesigurnost, U (L)
100	100,01	- 0,01	0,03

Prva kolona u ovoj tabeli predstavlja zapreminu etaloniranja, odnosno nazivnu vrednost zapremine merne posude. U ovom primeru nazivna vrednost merne posude je 100 L. To je vrednost koja je naznačena na natpisnoj pločici merne posude kao željena (idealna) vrednost sadržane zapremine tečnosti na referentnoj temperaturi od 15 °C.

Druga kolona predstavlja srednju vrednost zapremine koju laboratorija koja vrši etaloniranje određuje merenjem. U ovom primeru srednja vrednost zapremine iznosi 100,01 L. Ova vrednost predstavlja stvarnu vrednost sadržane zapremine merne posude na referentnoj temperaturi od 15 °C. Sadržana zapremina merne posude je zapremina koju posuda sadrži kada je napunjena sa tečnošću do linije na mernom lenjiru koja označava nazivnu vrednost merne posude.

Treća kolona predstavlja vrednost korekcije, koju bi trebalo dodati očitanoj vrednosti zapremine tečnosti merne posude u upotrebi.

Korekcija= - Greška

Četvrta kolona predstavlja vrednost proširene merne nesigurnosti koja je procenjena (izračunata) sa verovatnoćom prekrivanja/obuhvata približno 95 %.

Napomena 1: Ukoliko je tehnički moguće pomeriti merni lenjir na mernoj posudi, na zahtev klijenta može se to uraditi u cilju podešavanja mernog lenjira na nivo koji odgovara nivou nazivne vrednosti zapremine. U tom slučaju se u uverenju o etaloniranju prikazuju rezultati etaloniranja pre podešavanja i posle podešavanja mernog lenjira. Nakon podešavanja mernog lenjira, u trećoj koloni se prikazuje vrednost 0.

Napomena 2: Pored rezultata etaloniranja, u uverenju o etaloniranju mernih posuda se navodi vreme pražnjenja merne posude i vreme otkapavanja merne posude. Korisnici pri upotrebi merne posude, pre početka merenja moraju napuniti mernu posudu i isprazniti je u skladu sa definisanim vremenom pražnjenja merne posude.

Napomena 3: Pored rezultata etaloniranja, u uverenju o etaloniranju mernih posuda se navodi namena merne posude. Merna posuda može da:

- sadrži zapreminu tečnosti
- da isporučuje zapreminu tečnosti.

Bitno je da se postupak etaloniranja merne posude sprovede na isti način na koji se koristi merna posuda. Upotreba merne posude se definiše pre početka etaloniranja.

Napomena 4: Pored rezultata etaloniranja, u uverenju o etaloniranju mernih posuda se navodi referentna temperatura, koja u zavisnosti od namene merne posude je:

- 15 °C, za merne posude koje se koriste za merenja tečnih goriva i tečnog naftnog gasa.
- 4 °C, za merne posude koje se koriste za merenje mernih sistema za mleko,
- 20 °C, za merne posude koje se koriste za overavanje vodomera.

3.9.2. Formalno izražavanje rezultata

Formalno iskazan rezultat etaloniranja merne posude, koja je predviđena da sadrži zapreminu tečnosti na referentnoj temperaturi od 15 °C, je sledeći:

$$\text{Zapremina} = 100,01 \text{ L} \pm 0,03 \text{ L}$$

3.9.3. Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja

3.9.3.1. Ocenjivanje usaglašenosti

U ovom primeru etaloniranja merne posude, sprovodi se ocenjivanje usaglašenosti prema kriterijumima iz OIML R120 koji su u vezi sa:

- najvećom dozvoljenom greškom etaloniranja merne posude,
- proširenom mernom nesigurnosti etaloniranja merne posude.

Prema kriterijumu iz OIML R120, najveća dozvoljena greška merne posude iznosi $\pm 1/2000$ od nazivne zapremine, što u navedenom primeru etaloniranja merne posude nazivne vrednosti 100 L iznosi:

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

Obzirom da je greška merne posude 0,01 L (negativna vrednost 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

Korišćenje i interpretacija proširene merne nesigurnosti etaloniranja merne posude od 100 L, biće prikazano za slučaj upotrebe merne posude u postupku overavanja uređaja za točenje goriva.

Prema MID Direktivi, najveća dozvoljena greška uređaja za točenje goriva je $\pm 0,5 \%$.

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

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

Trećina vrednosti od najveće dozvoljene greške uređaja za točenje goriva se računa:

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

Posmatrajući vrednost proširene merne nesigurnosti etaloniranja merne posude prikazane u četvrtoj koloni tabelle koja iznosi 0,03 L, može se zaključiti sledeće:

- da je navedena vrednost u uverenju o etaloniranju manja od 0,17 L,
- da je kriterijum zadovoljen i
- da se merna posuda može koristiti za nameravanu upotrebu (overavanje uređaja za točenje goriva).

3.10. ETALONIRANJE GRANIČNE (PLANPARALELNE) MERE DUŽINE

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

3.10.1. Analiza

Razmatrajući etaloniranje granične mere nazivne dužine 50 mm klase K, ponekad 0 (interferometrijska metoda) ili klase 0, 1 i 2 (metoda poređenja), rezultat etaloniranja je najčešće prikazan korišćenjem nekih od kolona iz sledeće tabelle. Klase su definisane prema standardu ISO 3650:1998.

1	2	3	4	5
Nazivna dužina (mm)	Odstupanje od nazivne dužine* (μm)	Izmerena dužina* (mm)	Nesigurnost ($k = 2$) (μm)	Varijacija dužine (μm)
50	0,04	50,00004	0,03	0,05

Etaloniranje graničnih mera najviše klase tačnosti pomoću interferometra za granične mere (gauge block interferometer) vrši se direktnim poređenjem stvarne dužine granične mere u datim laboratorijskim uslovima (tačnije, u uslovima okoline unutar kućišta interferometra tokom merenja) sa talasnom dužinom zračenja lasera koji predstavlja etalon preko koga se ostvaruje sledivost.

Etaloniranje graničnih mera nižih klasa tačnosti vrši se na komparatoru za granične mere metodom poređenja centralne dužine referentne granične mere (poznate iz kalibracionog sertifikata / uverenja o etaloniranju) i centralne dužine ispitivane granične mere. Korištena referentna granična mera može direktno biti merena interferometrijski ili povezana putem jednog ili nekoliko poređenja sa referentnom graničnom merom merenom interferometrijski. Podatak o centralnoj dužini granične mere koristi se za obezbeđenje sledivosti rezultata merenja.

Metoda poređenja može da se koristi i za određivanje varijacije u dužini granične mere. Varijacija dužine predstavlja razliku između najveće i najmanje dužine granične mere merena u četiri ugla merne površine (odstupanja od centralne dužine) i uvek je pozitivna vrednost. Praktično, varijacija dužine granične mere pokazuje odstupanje od idealne paralelnosti njenih mernih površina. Preko nje se ne ostvaruje sledivost merenja.

Obično se u kalibracionom sertifikatu, pored kolona 1 i 4 (5), koristi samo jedna od kolona 2 ili 3 (označene zvezdicom) za prikazivanje rezultata etaloniranja. Prikazi izmerene dužine ispitivane granične mere u kolonama 2 i 3 su ekvivalentni.

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

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

Napomena: U kalibracionom sertifikatu nikad se ne daje vrednost korekcije (vrednost greške sa suprotnim predznakom) obzirom da se pojam korekcije odnosi na odstupanje očitano rezultata merenja od stvarne vrednosti veličine (ili dogovorene vrednosti dobijene etaloniranjem), a ne na odstupanje od nazivne vrednosti.

Kolona 3 prikazuje izmerenu vrednost centralne dužine ispitivane granične mere.

Izmerena dužina (odstupanje) granične mere se uvek daje za referentnu temperaturu (20 °C) korištenjem vrednosti koeficijenta linearnog toplotnog širenja materijala od kog je napravljena granična mera (najčešće čelik).

Kolona 4 prikazuje proširenu mernu nesigurnost. U slučaju graničnih mera ona se uvek izražava kao kombinovana standardna merna nesigurnost, pomnožena faktorom prekrivanja/obuhvata $k = 2$, koji za normalnu raspodelu odgovara verovatnoći prekrivanja/obuhvata približno 95 %.

Kolona 5 prikazuje varijaciju dužine granične mere.

U slučaju etaloniranja celog seta (garniture) graničnih mera, uobičajeno je da se nesigurnost iskazuje van tabele u obliku linearne jednačine u funkciji merene dužine, kako je prikazano u sledećim primerima:

$U = (0,02 + 0,20 \times L) \mu\text{m}$ (L u m) - interferometrijska metoda, ili

$U = (0,05 \mu\text{m} + 0,5 \times 10^{-6} \times L)$ (L u mm) - prvi red metode poređenja

U opštem slučaju, merna nesigurnost može, osim u mikrometrima, da bude prikazana i u nanometrima.

Svako Uverenje o etaloniranju mora da sadrži i podatak o koeficijentu linearnog toplotnog širenja materijala od kog je napravljena granična mera. Ovaj podatak se koristi za svođenje rezultata etaloniranja na dužine koje

bi granična mera imala na referentnoj temperaturi za sva dimenziona merenja, a koja iznosi 20 °C. Vrednost koeficijenta linearnog toplotnog širenja daje se u obliku (prikazano za čelik):

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

3.10.2. Formalno izražavanje rezultata

Rezultat etaloniranja (za pojedinačnu graničnu meru) izražava se kao u gore navedenoj tabeli i može se prikazati kao:

$$\begin{aligned} \text{Izmerena dužina } L &= 50 \text{ mm} + 0,03 \text{ } \mu\text{m} \text{ ili } 50 \text{ mm} + 30 \text{ nm} \text{ ili } 50,00003 \text{ mm} \\ \text{Merna nesigurnost } U(L) &= 0,04 \text{ } \mu\text{m} \text{ ili } 40 \text{ nm} \end{aligned}$$

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

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

gde su:

a - komponente nesigurnosti koje ne zavise od merene dužine (end effect/length independent components) i

b – komponente nesigurnosti koje zavise od merene dužine (length dependent components)

3.10.3. Korišćenje i tumačenje rezultata etaloniranja

3.10.3.1. Ocenjivanje usaglašenosti

Najvažnija informacija o graničnoj meri dobijena etaloniranjem je podatak o vrednosti njene centralne dužine na 20 °C sa pridruženom mernom nesigurnošću. Za ocenu usaglašenosti sa zahtevima standarda ISO 3650 (klase tačnosti) neophodno je uzeti u obzir i mernu nesigurnost. Pouzdana potvrda klase tačnosti je moguća samo u slučaju da je merna nesigurnost jasno manja od tolerancija i ako su ostali zahtevi iz ISO 3650 ispunjeni (dimenzije granične mere, osobine materijala, stabilnost dužine, paralelnost i topografija mernih površina itd). Ukoliko su merna nesigurnost i utvrđene tolerancije (granice dozvoljene greške) istog reda veličine (npr. u tabeli iz primera: izmereno odstupanje od nazivne dužine 40 nm, merna nesigurnost 30 nm, tolerancija 50 nm), klasa tačnosti granične mere najčešće ne može biti jasno određena.

Varijacija dužine se najčešće meri samo metodom poređenja na komparatoru. Merenje varijacije dužine u četiri ugla granične mere daje rezultat merenja sa samo približnom statističkom verovatnoćom, budući da maksimalna varijacija u dužini ne mora nužno da se pojavi u četiri merena ugla. Stoga se podatak o varijaciji dužine može koristiti za proveru kvaliteta izrade granične mere, ali nije pogodan za određivanje klase tačnosti granične mere sa metrološki zadovoljavajućom tačnošću (malom mernom nesigurnošću).

Metrološka uloga najtačnijih graničnih mera (klase K i, ponekad, 0) je da se koriste kao transfer etaloni za prenošenje vrednosti centralne dužine na etalone i merila nižeg ranga tačnosti. Najvažniji preduslovi da se granične mere koriste kao referentni etaloni su njihove osobine prionjivosti i refleksije njihovih mernih površina, dobra centralna paralelnost mernih površina i velika stabilnost dužine tokom vremena. Ako granična mera zadovoljava ove uslove tada ju je moguće etalonirati sa malom nesigurnošću da bi se obezbedila sledivost do SI metra. Znači, najbolji merni podatak kod granične mere je njena etalonirana centralna dužina sa pridruženom mernom nesigurnošću.

Iz svega navedenog proizlazi da nema puno metrološkog smisla koristiti graničnu meru samo sa informacijom da li zadovoljava ili ne neku od klasa tačnosti definisanih u ISO 3650.

Formalno gledano, informacija o usaglašenosti sa klasom tačnosti nije metrološki relevantna.

Budući da je izmerena vrednost centralne dužine navedena u kalibracionom sertifikatu, nije toliko metrološki relevantno da li su tolerancije nešto premašene.

Podatak iz standarda ISO 3650 (ocena usaglašenosti) na koji treba obratiti pažnju je podatak o najvećoj dozvoljenoj promeni centralne dužine granične mere u toku jedne godine. Ovaj podatak govori o stabilnosti materijala granične mere tokom vremena. Ukoliko je promena dužine granične mere veća od navedene u standardu (a etalon nema vidljivih oštećenja i slično), najverovatniji uzok je da materijal nije dobro termički obrađen i bilo bi dobro da se granična mera zameni novom. Ovakva ocena može da se donese samo na osnovu ponovljenih etaloniranja, odnosno granična mera mora imati svoju istoriju etaloniranja (calibration history).

3.10.3.2. Upotreba i tumačenje nesigurnosti

Merna nesigurnost iz tabele ukazuje da se najverovatnije radi o etaloniranju granične mere interferometrijskom metodom (klase K).

Korisnik može koristiti ovu graničnu meru za etaloniranje graničnih mera niže klase tačnosti metodom poređenja na komparatoru.

Vrednosti tolerancije za centralnu dužinu i varijaciju dužine za graničnu meru nazivne dužine 50 mm i klasu tačnosti K prema standardu ISO 3650 su sledeće:

Za centralnu dužinu: $\pm 0,2 \mu\text{m}$ ili $\pm 200 \text{ nm}$.

Za varijaciju dužine: $0,05 \mu\text{m}$ ili 50 nm .

Vrednosti dobijene etaloniranjem (tabela iz primera) su:

Centralna dužina: 40 nm.

Merna nesigurnost: 30 nm.

Varijacija: 50 nm.

Iz primera se vidi da granična mera zadovoljava tolerancije za klasu tačnosti K kada je u pitanju centralna dužina granične mere.

Međutim, kada je u pitanju varijacija dužine (koja isto tako definiše klasu tačnosti), situacija više nije tako jednostavna.

Ukoliko su merna nesigurnost i utvrđene tolerancije prema standardu istog reda veličine kao u našem primeru, klasa tačnosti granične mere najčešće ne može biti jasno određena.

Uglavnom je priča o pripadnosti granične mere nekoj od klasa tačnosti „priča bez kraja“ i metrološki poprilično irelevantna.

Mnogo važnije od pripadnosti određenoj klasi tačnosti je pitanje da li se granična mera može etalonirati bez ograničenja (odsustvo/prisustvo ogrebotina ili mrlja korozije na mernim površinama, istrošenost, smanjene osobine prljanja i refleksije itd), naročito u centralnom delu njenih mernih površina.

Znači, najvažniji merni podatak u kalibracionom sertifikatu granične mere je njena etalonirana centralna dužina sa pridruženom mernom nesigurnošću.

Podatak o klasi tačnosti u kalibracionom sertifikatu je više opisni podatak koji govori o kvalitetu izrade granične mere nego što ima neku veću, metrološki gledano, upotrebnu vrednost. Isto se odnosi i na podatak o varijaciji dužine dobijen metodom poređenja na komparatoru.



ANNEX I : Uverenja o etaloniranju – primeri



РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО ПРИВРЕДЕ
ДИРЕКЦИЈА ЗА МЕРЕ И ДРАГОЦЕНЕ МЕТАЛЕ
11000 Београд, Мике Аласа 14, ПП: 34, ПАК: 105 305
телефон: (011) 32-82-736, телефакс: (011) 21-81-668, www.dmdm.gov.rs

Број: 393-2/7-01-331/2инт
Датум: 06.10.2017.

УВЕРЕЊЕ О ЕТАЛОНИРАЊУ

Укупан број страна: 2

Назив: Дигитални термометар са
убодном NTC сондом

Произвођач: Testo, Немачка

Тип: testo 110, сонда NTC

Производна ознака: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Датум еталонирања: 4.10.2017.

Корисник мерног средства: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

МЕРЕЊЕ ИЗВРШИО

Владан Степановић, дипл. физ.

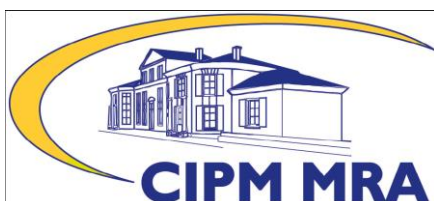
РУКОВОДИЛАЦ ГРУПЕ ЗА
ТЕРМОМЕТРИЈУ/ОВЛАШЋЕНО ЛИЦЕ
ЗА ПОТПИС

Светлана Станисављевић, дипл. инж.

В.Д. ПОМОЋНИКА ДИРЕКТОРА

Славица Симић, дипл. инж.

М.П.



Ово уверење је у складу са могућностима мерења и еталонирања (CMCs), које су дате у додатку С Аранжмана о међусобном признавању националних еталона и уверења о еталонирању и мерењу која издају национални метролошки институти (MRA), који је припремио Међународни комитет за тегове и мере (CIPM). Према MRA, сви институти-учесници међусобно признају важење уверења о еталонирању и мерењу за величине, опсеге и мерне несигурности, наведене у додатку С (<http://www.bipm.org>).

1. Метода еталонирања:

Еталонирање методом поређења, према РУ-Т05, на температурама еталонирања у уређајима за њихово репродуковање: водено купатило Нето KB22, сер.бр.860225, уљно купатило Нето KB12, сер.бр.8602 и хладно купатило FLUKE 7080, сер.бр. А92107. У методи поређења коришћен је еталонски платински отпорни термометар Rosemount, сер. броја 2906 у спреси са мултиметром FLUKE-Hart Scientific 8508А.

2. Метролошка следивост:

Метролошка следивост је остварена до националног еталона јединице температуре Републике Србије.

3. Услови околине:

Сва мерења у лабораторији током еталонирања одвијала су се у условима температуре околине од $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ и влажности од 15% до 70%.

4. Резултати еталонирања:

Резултати еталонирања дати су у табели 1:

Табела 1. Резултати мерења и процена укупне мерне несигурности

Температура еталонирања $t_E / \text{°C}$	Показана вредност температуре $t / \text{°C}$	Мерна несигурност $U_{(k=2)} / \text{°C}$	Корекција $corr / \text{°C}$
0,00	0,1	0,1	-0,1
-39,95	-39,8	0,1	-0,1
50,02	49,9	0,1	0,1
100,08	99,7	0,1	0,4
140,26	139,8	0,1	0,5

5. Мерна несигурност:

Процена проширене мерне несигурности на температурама еталонирања у методи саопштене су у предпоследњој колони Табеле 1. Резултати мерења и процена укупне мерне несигурности. Наведена проширена мерна несигурност дата је као стандардна мерна несигурност, помножена фактором прекривања/обухвата $k = 2$, који за нормалну расподелу одговара вероватноћи прекривања/обухвата приближно 95%. Видети “Упутство за изражавање мерне несигурности” (JCGM 100, 2008).

Крај уверења о еталонирању.



РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО ПРИВРЕДЕ
ДИРЕКЦИЈА ЗА МЕРЕ И ДРАГОЦЕНЕ МЕТАЛЕ
11000 Београд, Мике Аласа 14, ПП: 34, ПАК: 105 305
телефон: (011) 32-82-736, телефакс: (011) 21-81-668
Број: **393-2/5-01-1288/5**
Датум: 6. јун 2017. године

УВЕРЕЊЕ О ЕТАЛОНИРАЊУ

Укупан број страна: 2

Назив еталона: **Тег са називном масом од 5 kg**

Произвођач: **Sartorius, Немачка**

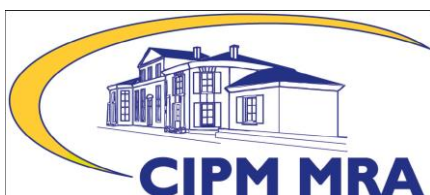
Производна ознака: **17329308**

Датум еталонирања: **6. 6. 2017.**

Корисник мерног средства:

МЕРЕЊЕ ИЗВРШИО

ШЕФ ОДСЕКА/ОВЛАШЋЕНО ЛИЦЕ



Ово уверење је у складу са могућностима мерења и еталонирања (СМС), које су дате у додатку С Аранжмана о међусобном признавању националних еталона и уверења о еталонирању и мерењу која издају национални метролошки институти (МРА), који је припремио Међународни комитет за тегове и мере (СIPМ). Према МРА, сви институти-учесници међусобно признају важење уверења о еталонирању и мерењу за величине, опсеге и мерне несигурности, наведене у додатку С (<http://www.bipm.org>).

Без одобрења Сектора за развој метрологије уверење о еталонирању сме се умножавати искључиво као целина.

РУ-04-А-01 издање/измена 02/00

1. Опис еталона:

Тег је смештен у пластичној кутији.

Тег је цилиндричног облика и направљен је од нерђајућег челика.

2. Поступак еталонирања:

Тег је еталониран методом замене са референтним еталоном лабораторије за масу исте називне вредности. Поређење је обављено на основу шеме АББА или БААБ где је А - еталон и Б - тег непознате масе.

3. Метролошка следивост:

Резултат еталонирања је следив до међународног еталона који представља реализацију јединице масе у складу са Међународним ситемом мерних јединица (SI). Референтни еталони су гарнитура тегова класе тачности E₁ мерног опсега од 1 mg до 10 kg, произвођач Sartorius, број 23829572. Уверење: DFM-M1412 од 14.10.2014.

4. Услови околине у лабораторији:

У лабораторији за масу, током еталонирања, измерене су следеће вредности:

атмосферски притисак: од од 1009 mbar до 1010 mbar

температура: од 22,5°C до 22,7°C

релативна влажност: од 48 % до 52 %.

5. Мерна несигурност:

Наведена проширена мерна несигурност дата је као комбинована стандардна мерна несигурност, помножена фактором прекривања/обухвата $k = 2$, који за нормалну расподелу одговара вероватноћи прекривања/обухвата приближно 95 %. Видети “Упутство за изражавање мерне несигурности” (JCGM 100:2008).


Мерна несигурност комбинације тегова добија се помоћу формуле

$$U_k = \sum_{i=1}^n U_i$$

где је U_k мерна несигурност комбинације тегова а U_i мерне несигурности појединачних тегова.

6. Резултат еталонирања:

У лабораторији за мерење масе извршено је еталонирање тега и добијен је следећи резултат који је изражен као условна величина масе:

Називна маса	Ознака/Облик	Одступање	Мерна несигурност	Граница доз. грешке
5 kg		3,0 mg	2,5 mg	± 8,0 mg

Крај уверења о еталонирању.



РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО ПРИВРЕДЕ
ДИРЕКЦИЈА ЗА МЕРЕ И ДРАГОЦЕНЕ МЕТАЛЕ
11000 Београд, Мике Аласа 14, ПП: 34, ПАК: 105 305
телефон: (011) 32-82-736, телефакс: (011) 21-81-668, www.dmdm.rs

Број: 393-2/6-01-1834/3
Датум: 07.07.2017. година

УВЕРЕЊЕ О ЕТАЛОНИРАЊУ

Укупан број страна: 2

Назив: Пипета са клипом, опсега мерења (2 – 20) μ L
Произвођач: Eppendorf, Немачка
Тип: Варијабилна, Research plus
Производна ознака: 9999999
Датум еталонирања: 04.07.2017. година
Корисник мерног средства: xxxxxxxxxx

МЕРЕЊЕ ИЗВРШИЛА

В.Д. ПОМОЋНИКА ДИРЕКТОРА

Љиљана Мићић, дипл. инж.

Славица Симић, дипл. инж.

М.П.



Ово уверење је у складу са могућностима мерења и еталонирања (CMCs), које су дате у додатку С Аранжмана о међусобном признавању националних еталона и уверења о еталонирању и мерењу која издају национални метролошки институти (MRA), који је припремио Међународни комитет за тегове и мере (CIPM). Према MRA, сви институти-учесници међусобно признају важење уверења о еталонирању и мерењу за величине, опсеге и мерне несигурности, наведене у додатку С (<http://www.bipm.org>).

Без одобрења Сектора за развој метрологије уверење о еталонирању сме се умножавати искључиво као целина

1. Опис мерног средства

Опсег мерења запремине пипете са клипом је (2 – 20) μL . Пипета са клипом је израђена од тврде пластике. Вредност кубног коефицијента топлотног ширења материјала пипете са клипом је $2,4 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

2. Метода еталонирања

Еталонирање пипете са клипом је урађено гравиметријском методом, према радном упутству РУ-301: Радно упутство за еталонирање уређаја запремине са клипом гравиметријском методом, верзија/издање 02/00 (09/2014), усаглашеним са EURAMET cg-19 Guidelines on the determination of uncertainty in gravimetric volume calibration, Version 2.1 (03/2012), са вагом тип GPC 225 - CW опсега мерења од 0 g до 220 g, најмањи подељак 0,01 mg, производна ознака 23708644, произвођач Sartorius, Немачка. Коришћена течност за еталонирање је дејонизована вода високе чистоће.

3. Метролошка следивост

Резултат еталонирања је следив до међународног еталона који представља реализацију јединице масе у складу са Међународним системом мерних јединица (SI).

4. Услови околине

Еталонирање је извршено у лабораторији за мале запремине и претходно упаковане производе, у приземљу Дирекције за мере и драгоцене метале. У лабораторији, током еталонирања, измерене су следеће вредности:

- температура ваздуха: од $25,9^\circ\text{C}$ до $26,2^\circ\text{C}$,
- релативна влажност ваздуха: од 43,0 % до 47,0 % ,
- атмосферски притисак: од 1010 hPa до 1012 hPa
- температура воде: од $25,5^\circ\text{C}$ до $25,7^\circ\text{C}$.

5. Резултати еталонирања

Табела 1 – Резултат мерења запремине течности на референтној температури од 20°C

Запремина еталонирања, $V (\mu\text{L})$	Средња вредност запремине, $V_{sr} (\mu\text{L})$	Корекција, $\Delta V (\mu\text{L})$	Мерна несигурност, $U (\mu\text{L})$
5*	4,81*	+ 0,19*	0,08*
10	9,73	+ 0,27	0,09
20	19,63	+ 0,36	0,11

*“Лабораторија нема објављен СМС за еталонирања означена са *”.*

Приказани резултати еталонирања односе се само на пипету са клипом наведену у овом Уверењу о еталонирању и одговарају датуму, месту и условима еталонирања пипете са клипом.

6. Мерна несигурност

Процена проширене мерне несигурности резултата мерења је дата у последњој колони Табеле 1. Резултат мерења запремине течности на референтној температури од 20°C . Наведена проширена мерна несигурност резултата мерења дата је као стандардна мерна несигурност, помножена фактором прекривања/обухвата $k = 2$, који за нормалну расподелу одговара вероватноћи прекривања/обухвата приближно 95 %. Видети “Упутство за изражавање мерне несигурности” (JCGM 100:2008).

Крај уверења о еталонирању.



РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО ПРИВРЕДЕ
ДИРЕКЦИЈА ЗА МЕРЕ И ДРАГОЦЕНЕ МЕТАЛЕ
11000 Београд, Мике Аласа 14, ПП: 34, ПАК: 105 305
телефон: (011) 32-82-736, телефакс: (011) 21-81-668, www.dmdm.gov.rs

Број: 393-2/1-**xx-xxxx/x**

Датум: **xx.xx.20xx.**

УВЕРЕЊЕ О ЕТАЛОНИРАЊУ

Укупан број страна: 5

Назив: Дигитални мултиметар
Произвођач: Hewlett Packard, USA
Тип: 3458А
Производна ознака: **попунити**
Датум еталонирања: **xx.xx.20xx.**
Корисник мерног средства: **ПОПУНИТИ**

МЕРЕЊЕ ИЗВРШИЛИ

Јасмина Лазаревић, дипл.инж.

Марина Павићевић, дипл.инж.

др Јелена Пантелић-Бабић, дипл.инж.

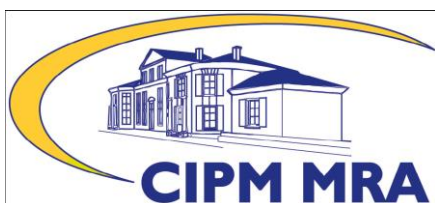
ШЕФ ОДСЕКА ЗА ЕЛЕКТРИЧНЕ ВЕЛИЧИНЕ

др Јелена Пантелић-Бабић, дипл.инж.

В.Д. ПОМОЋНИКА ДИРЕКТОРА

Славица Симић, дипл.инж.

М.П.



Ово уверење је у складу са могућностима мерења и еталонирања (CMCs), које су дате у додатку С Аранжмана о међусобном признавању националних еталона и уверења о еталонирању и мерењу која издају национални метролошки институти (MRA), који је припремио Међународни комитет за тегове и мере (CIPM). Према MRA, сви институти-учесници међусобно признају важење уверења о еталонирању и мерењу за величине, опсеге и мерне несигурности, наведене у додатку С (<http://www.bipm.org>).

1. Метода еталонирања:

Рађено у складу са радним упутствима:

- Еталонирање дигиталних волтметара за једносмерни електрични напон (ПУ-Е04ver03);
- Еталонирање дигиталних волтметара за наизменични електрични напон (ПУ-Е13ver04);
- Еталонирање дигиталних омметара (мултиметара) (ПУ-Е09ver03);
- Еталонирање амперметара, мултиметара за једносмерну електричну струју (ПУ-Е17ver01);
- Наизменична електрична струја до 100 А – еталонирање амперметара за наизменичну електричну струју и уређаја са струјним клештима (ПУ-Е19ver02).

2. Метролошка следивост:

Резултати еталонирања су следиви до:

Националног примарног еталона јединице једносмерног електричног напона Републике Србије (Еталон једносмерног електричног напона на бази Џозефсоновог ефекта, Supracon);

Националног еталона јединице електричне отпорности Републике Србије, који је следив до међународног еталона (BIPM);

Националног еталона јединице наизменичног електричног напона Републике Србије, који је следив до међународног еталона преко Националног еталона јединице наизменичног електричног напона Швајцарске (METAS).

Референтни еталони коришћени за еталонирање:

- Електронски еталон једносмерног електричног напона, тип 732А, производње Fluke, USA, производна ознака 3885037, Уверење о еталонирању број. 393-2/1-335/2 интерно од 04.11.2016. ДМДМ;
- Вишефункцијски калибратор, тип 5720А, производње Fluke, USA, производна ознака 9010201, Уверење о еталонирању број 393-2/1-01-61/2 интерно 15.06.2017., ДМДМ;
- Еталон електричне отпорности, тип: 4210, Leeds & Northrup, Certificates No 32, 33 & 34, 12 March 2014, (BIPM);
- Еталон електричне отпорности, Tinsley, 5685А, Certificate N° 63, 21 November 2016, (BIPM);
- Еталон електричне отпорности, Tinsley, 5685В, Certificate N° 64, 21 November 2016, (BIPM);
- АС-DC трансфер еталон, тип 5790А, Fluke, Certificate of Calibration No. 212-05547, 06 February 2016, (METAS), Швајцарска;
- Струјни шантови, SP: 100 mA, n° CS2A-0901, 1А, n° CS3B-0904, 10 А, n° CS3C-0907, Certificate of Calibration No. МТеР900550-К02, 30 April 2009, (SP), Шведска.

3. Услови околине:

- Температура околине: (23 ± 1) °C;
- Релативна влажност ваздуха: (50 ± 10) %;
- Фарадејев кавез.

4. Резултати еталонирања

Табела 1: Једносмерни електрични напон

Опсег (mV)	U_{DUT} (mV)	$(U_{DUT} - U_{RS})$ (mV)	U (mV)
100	100	-0,00018	0,00050
100	-100	-0,00009	0,00050
Опсег (V)	U_{DUT} (V)	$(U_{DUT} - U_{RS})$ (V)	U (V)
1	1	0,0000002	0,0000015
1	-1	-0,0000003	0,0000015
10	1	0,000001	0,0000015
10	-1	-0,000001	0,0000015
10	10	-0,000001	0,000012
10	-10	0,000001	0,000012
100	100	0,00008	0,00034
100	-100	-0,00009	0,00034
1000	1000	0,0008	0,0032
1000	-1000	-0,0013	0,0032

где су:

U_{DUT} - очитана вредност једносмерног електричног напона на еталонираном мултиметру;

U_{RS} - постављена вредност на референтном еталону;

U - проширена мерна несигурност.

Напомена: Сва мерења су спроведена пошто је претходно примењена функција MATH NULL којом се офсет своди на минимум, време интеграљења постављено на NPLC 100.

Табела 2: Једносмерна електрична струја

Опсег (μ A)	I_{DUT} (μ A)	$(I_{DUT} - I_{RS})$ (μ A)	U (μ A)
100	100	0,00174	0,00210
Опсег (mA)	I_{DUT} (mA)	$(I_{DUT} - I_{RS})$ (mA)	U (mA)
1	1	0,0000092	0,0000210
10	10	0,000096	0,000210
100	100	0,00185	0,00140
Опсег (A)	I_{DUT} (A)	$(I_{DUT} - I_{RS})$ (A)	U (A)
1	1	-0,0000552	0,0000221

где су:

I_{DUT} - очитана вредност једносмерне електричне струје на еталонираном мултиметру;

I_{RS} - постављена вредност једносмерне електричне струје на референтном еталону;

U - проширена мерна несигурност.

Табела 3: Наизменични електрични напон

Опсег (mV)	U_P (mV)	f_P (kHz)	V_T (mV)	$(V_T - V_S)$ (mV)	U (mV)
100	100	1	100,0038	0,0099	$7,6 \cdot 10^{-3}$
Опсег (V)	U_P (V)	f_P (kHz)	V_T (V)	$(V_T - V_S)$ (V)	U (V)
1	1	1	1,000075	0,000083	$3,5 \cdot 10^{-5}$
10	1	1	0,99977	-0,00022	$3,6 \cdot 10^{-5}$
10	10	0,020	9,99391	-0,00624	$2,3 \cdot 10^{-3}$
10	10	1	10,00054	0,00055	$3,7 \cdot 10^{-4}$
10	10	20	10,00010	0,00011	$3,7 \cdot 10^{-4}$
10	10	100	9,99294	-0,00700	$9,9 \cdot 10^{-4}$
10	10	1000	10,08933	0,08082	$1,7 \cdot 10^{-2}$
100	100	1	100,0056	0,0071	$4,8 \cdot 10^{-3}$
1000	700	1	699,021	-0,086	$4,2 \cdot 10^{-2}$

где су:

U_P - постављена вредност наизменичног електричног напона;

f_P - постављена вредност фреквенције на калибратору;

V_T - вредност очитана на еталонираном мултиметру;

V_S - вредност очитана на референтном еталону;

U - проширена мерна несигурност.

Табела 4: Наизменична електрична струја

Опсег (mA)	I_P (mA)	f_P (kHz)	I_T (mA)	$(I_T - I_P)$ (mA)	U (mA)
1	1	0,045	1,000022	0,000022	$4,2 \cdot 10^{-4}$
1	1	1	1,000134	0,000134	$4,2 \cdot 10^{-4}$
10	10	0,045	10,00017	0,00017	$2,0 \cdot 10^{-3}$
10	10	1	10,00134	0,00134	$2,0 \cdot 10^{-3}$
100	100	0,045	100,0073	0,0073	$1,7 \cdot 10^{-2}$
100	100	1	100,0198	0,0198	$1,7 \cdot 10^{-2}$
100	100	5	100,0390	0,0390	$2,7 \cdot 10^{-2}$
Опсег (A)	I_P (A)	f_P (kHz)	I_T (A)	$(I_T - I_P)$ (A)	U (A)
1	0,9	0,045	0,899961	-0,000039	$3,1 \cdot 10^{-4}$
1	0,9	1	0,900040	0,000039	$3,1 \cdot 10^{-4}$

где су:

I_P - постављена вредност наизменичне електричне струје на калибратору (референтном еталону);

f_P - постављена вредност фреквенције на калибратору (референтном еталону);

I_T - вредност очитана на еталонираном мултиметру;

U - проширена мерна несигурност.

Табела 5: Електрична отпорност

Опсег (Ω)	R_x (Ω)	$(R_x - R_s)$ (Ω)	U (Ω)
10	9,99996	-0,000047	$9,4 \cdot 10^{-6}$
100	99,99949	-0,00028	$5,0 \cdot 10^{-5}$
Опсег (k Ω)	R_x (k Ω)	$(R_x - R_s)$ (k Ω)	U (k Ω)
1	0,9999974	-0,0000030	$3,0 \cdot 10^{-7}$
10	10,000153	-0,000019	$1,5 \cdot 10^{-5}$
100	100,00164	-0,00014	$3,0 \cdot 10^{-3}$
Опсег (M Ω)	R_x (M Ω)	$(R_x - R_s)$ (M Ω)	U (M Ω)
1	1,0000482	-0,0000064	$4,8 \cdot 10^{-5}$
10	9,999945	-0,000648	$6,3 \cdot 10^{-4}$
100	99,98701	-0,00508	$5,0 \cdot 10^{-2}$
Опсег (G Ω)	R_x (G Ω)	$(R_x - R_s)$ (G Ω)	U (G Ω)
1	1,0002384	-0,000030	$5,0 \cdot 10^{-3}$

где су:

R_x - измерена вредност електричне отпорности на еталонираном мултиметру;

R_s - вредност електричне отпорности референтног еталона;

U - проширена мерна несигурност.

5. Мерна несигурност:

Наведена проширена мерна несигурност дата је као комбинована стандардна мерна несигурност, помножена фактором прекривања/обухвата $k = 2$, који за нормалну расподелу одговара вероватноћи прекривања/обухвата приближно 95 %. Видети “Упутство за изражавање мерне несигурности” (JCGM:100, 2008).

Крај уверења о еталонирању.



РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО ПРИВРЕДЕ
ДИРЕКЦИЈА ЗА МЕРЕ И ДРАГОЦЕНЕ МЕТАЛЕ
11000 Београд, Мике Аласа 14, ПП: 34, ПАК: 105 305
телефон: (011) 32-82-736, телефакс: (011) 21-81-668, www.dmdm.rs

Број: 393-2/6-01-1026/2
Датум: 11.05.2017. година

УВЕРЕЊЕ О ЕТАЛОНИРАЊУ

Укупан број страна: 2

Назив: Мерна посуда називне запремине 100 L
Произвођач: Servis BP, Zagreb, Hrvatska
Тип: MREPV - 100 L
Производна ознака: 99/01
Датум еталонирања: 26.04.2017. година
Корисник мерног средства: xxxxxxxx

МЕРЕЊЕ ИЗВРШИО

РУКОВОДИЛАЦ ГРУПЕ ЗА ЗАПРЕМИНУ
И ПРОТОК

Радомир Ивановић, дипл. инж.

Љиљана Мићић, дипл. инж.

М.П.



Ово уверење је у складу са могућностима мерења и еталонирања (CMCs), које су дате у додатку С Аранжмана о међусобном признавању националних еталона и уверења о еталонирању и мерењу која издају национални метролошки институти (MRA), који је припремио Међународни комитет за тегове и мере (CIPM). Према MRA, сви институти-учесници међусобно признају важење уверења о еталонирању и мерењу за величине, опсеге и мерне несигурности, наведене у додатку С (<http://www.bipm.org>).

Без одобрења Сектора за развој метрологије уверење о еталонирању сме се умножавати искључиво као целина

1. Опис мерног средства

Мерна посуда је део гарнитуре коју чине мерне посуде називних запремина 10 L, 50 L и 100 L које су фиксиране на заједничкој платформи. Називна запремина мерне посуде је 100 L. На посуди се налази нивоказна цев од стакла и мерни лењир са скалом. Најмањи подељак на мерном лењиру је 100 mL што одговара вредности од 12 mm. Мерна посуда је израђена од нерђајућег челика. Вредност кубног коефицијента топлотног ширења материјала мерне посуде је $51 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$. На посуди се налази мерно средство за нивелисање. Време искапавања приликом пражњења воде из мерне посуде је 30 s. Време пражњења мерне посуде је 3 min 50 s.

2. Метода еталонирања

Еталонирање оквашене мерне посуде, предвиђене да “садржи” запремину течности од 100 L на референтној температури 15 °C, урађено је волуметријском методом, према радном упутству РУ-306: Радно упутство за еталонирање мерних посуда волуметријском методом, верзија/издање 02/01 (09/2014), усаглашеним са EURAMET cg-21 Guidelines on the Calibration of Standard Capacity Measures using the Volumetric Method, Version 1.0 (04/2013) са преливном пипетом од метала називне запремине 50 L, производна ознака 1 11, произвођача Justing, Словачка. Коришћена течност за еталонирање је деаерисана вода из водоводне мреже.

3. Метролошка следивост

Резултат еталонирања је следив до међународног еталона који представља реализацију јединице масе у складу са Међународним системом мерних јединица (SI).

4. Услови околине

Еталонирање је извршено у лабораторији за велике запремине и тегове велике масе, у приземљу Дирекције за мере и драгоцене метале. У лабораторији, током еталонирања, измерене су следеће вредности:

- температура ваздуха: од 19,6 °C до 20,1 °C ,
- релативна влажност ваздуха: од 45,1 % до 59,4 % ,
- температура воде: од 18,9 °C до 19,2 °C.

5. Резултати еталонирања

Табела 1 – Резултат мерења запремине течности на референтној температури од 15 °C без подешавања запремине и процена мерне несигурности

Запремина еталонирања, V (L)	Средња вредност запремине, V _{sr} (L)	Корекција, ΔV (L)	Мерна несигурност, U (L)
100	100,02	- 0,02	0,03

Приказани резултати еталонирања односе се само на мерну посуду наведену у овом Уверењу о еталонирању и одговарају датуму, месту и условима еталонирања мерне посуде.

6. Мерна несигурност

Процена проширене мерне несигурности резултата мерења је дата у последњој колони Табеле 1. Резултат мерења запремине течности на референтној температури од 15 °C и процена мерне несигурности. Наведена проширена мерна несигурност резултата мерења дата је као стандардна мерна несигурност, помножена фактором прекривања/обухвата $k = 2$, који за нормалну расподелу одговара вероватноћи прекривања/обухвата приближно 95 %. Видети “Упутство за изражавање мерне несигурности” (JCGM 100:2008).

Крај уверења о еталонирању.