

## Upravljanje mernom opremom pri maloserijskoj proizvodnji

MILOŠ VORKAPIĆ, MARKO STARČEVIĆ, IHTM-CMTM, Beograd  
ĐORĐE NEŠIĆ, Institut IMS, Beograd  
SINIŠA MINIĆ, Prirodno-matematički fakultet, Kosovska Mitrovica

Stručni rad  
UDC: 658.524.53.015.2

*Uspešno upravljanje laboratorijom isključivo zavisi od kadra i opreme koja se koristi u namenske svrhe. Laboratorija mora da ima neophodnu opremu koja mora biti redovno etalonirana. Zaposleni moraju biti potpuno upoznati sa metodologijom ispitivanja, moraju da poznaju dokumenta sistema kvaliteta, da budu upoznati sa pravilima rada u laboratoriji. U radu je opisana procedura kojom se prati rukovanje mernom opremom u procesu proizvodnje.*

**Ključne reči:** laboratorija, merna oprema, etalon, kadar, proizvodnja

### 1. UVOD

U ovom radu biće prikazan postupak kako se vrši etaloniranje i pregled merne opreme u metrološkoj laboratoriji IHTM-CMTM-a. Radi se o uspostavljanju efikasnog i dokumentima potkrepljenog validnog sistema za upravljanje, potvrđivanje, upotrebu i održavanje metroloških karakteristika merne opreme u CMTM-u. Postupak se odnosi na mernu opremu koja podleže obaveznom (redovnom i vanrednom) pregledu i etaloniranju po Zakonu o metrologiji („Službeni glasnik RS” 30/2010.).

### 2. OSNOVNI POJMOVI

Merilo, [1, str. 45], je tehničko sredstvo namenjeno za merenje, pojedinačno ili u sklopu sa drugom opremom (merni instrument, merni sistem, merni uređaj, merni pretvarač, merna komponenta itd).

Merna oprema je merni instrument (merilo), softver, etalon, referentni materijal, tip merila ili njihova kombinacija, potrebni da se realizuje merni proces, i koji podležu u celini i/ili delovima redovnom pregledu i etaloniranju.

Tip merila, [1, str. 61], predstavlja merila istog proizvođača koja imaju slične karakteristike u pogledu namene, načina upotrebe, principa konstrukcije, oblika, sastavnih delova, materijala i metroloških svojstava, a mogu se međusobno razlikovati po mernom opsegu i nazivnim vrednostima.

Etalon [2, član 5 str. 2] je materijalizovana mera, merilo, referentni materijal ili merni sistem koji pred

stavlja realizaciju definicije date veličine sa navedenom vrednošću veličine i pridruženom mernom nesigurnošću, tako da služi kao referenca.

Etaloniranje [2, član 5 st. 8] je skup postupaka kojima se pod određenim uslovima, uspostavlja odnos između vrednosti veličina, sa njihovim mernim nesigurnostima, koje ostvaruju etaloni, i odgovarajućih pokazivanja, sa pridruženim mernim nesigurnostima, koje daju rezultat merenja.

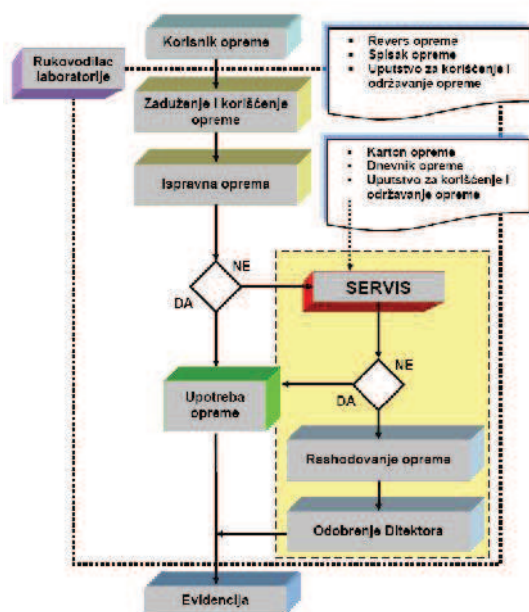
### 3. POSTUPAK ZADUŽIVANJA OPREMOM

Ovde se daje primer kako se zadužuje oprema u IHTM-CMTM-u (videti sliku 1). Rukovodilac u odeljenju za marketing zadužuje korisnika opreme putem Reversa opreme. Ovaj dokument ostaje kod rukovodioca, a u Spisku opreme upisuje se organizaciona jedinica u kojoj se oprema nalazi. Generalno, oprema je podeljena na: osnovnu i mernu. Osnovna oprema ne podleže kontroli i ona predstavlja opremu koja je stalno u upotrebi, ali i pored toga mora da se zaduži. Korisnik opreme preuzima Uputstvo za korišćenje i održavanje opreme i ostalu dokumentaciju. Korisnik opreme je odgovoran za potrebno održavanje, čišćenje i eventualne preglede opreme. U slučaju da je oprema neispravna odgovoran je da prijavi kvar.

Dnevnik korišćenja opreme, servisiranja i eventualnih izmena na opremi je sastavni deo i naziva se Karton opreme. U slučaju da je oprema neispravna, korisnik opreme neispravnu opremu razdužuje kod rukovodioca marketinga na isti način kao što je i zadužio, putem reversa opreme. Rukovodilac predlaže direktoru rashodovanje opreme. Direktor donosi konačnu odluku o rashodu potpisom na Reversu opreme.

Adresa autora: Miloš Vorkapić, IHTM-CMTM, Beograd, Njegoševa 12

Rad primljen: 18. 07. 2011.



Slika 1 - Shematski prikaz zaduženja i korišćenja osnovne opreme

#### 4. UPRAVLJANJE MERNOM OPREMOM

Upravljanje mernom opremom je neophodno za dostizanje visokih ciljeva kvaliteta proizvoda i upravljanje rizikom od neispravnih rezultata merenja. Cilj efikasnog upravljanja mernom opremom je da upravlja rizikom tako da oprema za merenje i procesi merenja mogu da daju neispravne rezultate, koji utiču na kvalitet nekog proizvoda organizacije [3].

U CMTM-u postoji oprema sa kojom se lako rukovodi i upravlja jer postoji procedura kojom se definiše njen značaj i upotreba. Procedura za upravljanje mernom opremom je deo maloserijskog tipa proizvodnje transimera i temperaturnih sondi. Međutim ova merna oprema se ujedno koristi i na tehnoloških projektima kod Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije.

Upotrebom ove merne opreme (u laboratoriji CMTM-a) proističu rezultati koji se ogledaju u razvoju, lansiranju i proizvodnji novog proizvoda. Dijagram toka dokumenata i merne opreme u laboratoriji CMTM-a dat na slici 2 u okviru procedure kojom se vrši upravljanje mernom opremom.

Formiranje i ažuriranje evidencije opreme – podrazumeva da rukovodilac odeljenja za marketing jedanput mesečno, vrši formiranje odnosno ažuriranje Evidencije o mernoj opremi na osnovu Kartona merila i Popisnih lista, kao i na osnovu Pravilnika o vrstama merila za koje je obavezno overavanje i vremenski intervali njihovog periodičnog overavanja („Službeni glasnik RS”, broj 30/10). Evidencija o mernoj opremi predstavlja i plan periodičnog pregleda opreme. Periodičan pregled opreme/merila podrazumeva pregled opreme/merila pre isteka roka važenja žiga ili važenja uverenja o ispra-

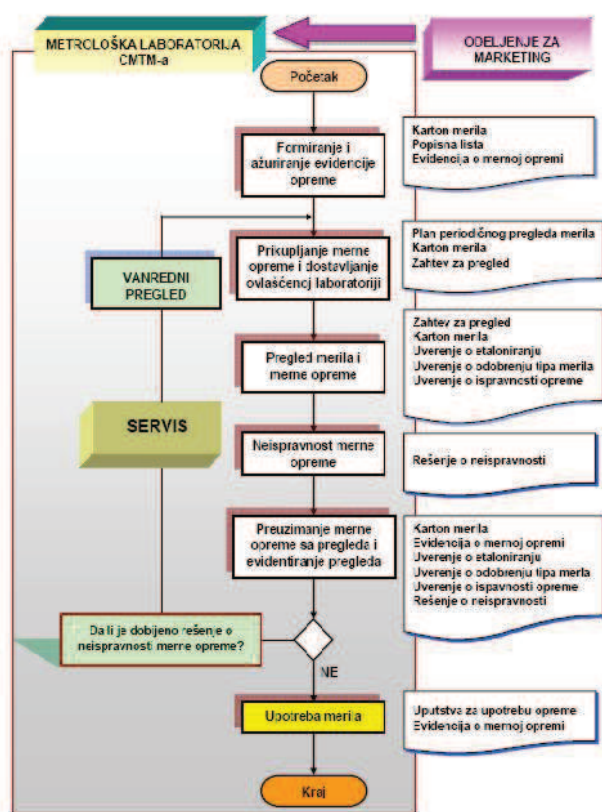
vnosti merila. Pri formiranju i ažuriranju evidencije o mernoj opremi odgovorno lice za mernu opremu vrši odabir merne opreme ili njenih delova za periodični pregled i kontaktira akreditovane laboratorije (videti: [www.ats.org.rs](http://www.ats.org.rs)), koje će izvršiti pregled izabrane opreme.

Evidencija o mernoj opremi sadrži naziv merne opreme, inventarski broj, odgovarajući identifikacioni broj (šifra), merne delove opreme (merilo, etalon, tip merila, itd.) ako ih ima, ime proizvođača i/ili tip merne opreme, uputstvo i gde se nalazi, organizaciona jedinica i prostorija u kojoj je merilo, rok periodičnog pregleda i datum pregleda sa napomenom.

Karton merila sadrži naziv merila, inventarski broj, proizvođača, tip i model, serijski broj, šifru, vrstu merenja, opseg merenja, klasu tačnosti, datum proizvodnje, granicu dozvoljene greške, periodični pregled, datum nabavke, dokumentaciju, pribor, karakteristike, podatke o pregledima, popravkama i mesto gde se nalazi. Rukovodilac odeljenja za marketing u CMTM-u je odgovoran da se oprema koja se vraća sa servisiranja pošalje na pregled kako bi ponovo dobila važeći žig. Žigovanje merila, [1, str. 62], je skup postupaka koji se vrše u cilju stavljanja na merilo oznaka kojima se potvrđuje da merilo ispunjava propisane metrološke uslove. U CMTM-u sva merna oprema (merila, tipovi merila, etaloni, itd.) koja se nabavljaju moraju imati važeći žig kao dokaz da je na njima pre puštanja u promet i korišćenje izvršen prvi pregled, a samim tim da merila i tipovi merila ispunjavaju metrološke uslove.

Prikupljanje merne opreme i dostavljanje ovlašćenoj laboratoriji na pregled rukovodilac odeljenja za marketing odgovoran je da ne istekne rok važenja uverenja o ispravnosti merne opreme i da ne ugrozi normalno odvijanje procesa rada, izabere najpogodniji termin za pregled, izuzima odabranu mernu opremu iz procesa rada i dostavlja ga, uz Zahtev za pregled, Akreditovanoj laboratoriji na pregled. Uz Zahtev za pregled prilaže i Karton merila (ukoliko ga merilo poseduje) [4], a ukoliko Karton nije otvoren u zahtevu za pregled naglašava potrebu za izdavanjem Kartona merila. U slučaju da se pregled opreme može obaviti na licu mesta oprema se ne izuzima iz procesa rada.

Pregled merila i merne opreme – Akreditovana (ovlašćena od strane ATS-a) laboratorija vrši prijem merne opreme na osnovu Zahteva za pregled i vrši pregled odabrane merne opreme shodno propisima i sačinjava odgovarajuće Uverenje. Ukoliko se vrši pregled etalona ili radnog etalona izdaje se Uverenje o etaloniranju koje sadrži Metod etaloniranja i Rezultate etaloniranja.



Slika 2 – Shematski prikaz dijagrama toka dokumenta i mernе opreme u laboratoriji CMTM-a

Ukoliko se vrši pregled mernе opreme izdaje se Uverenje o ispravnosti opreme. Ukoliko se vrši pregled tipa merila izdaje se Uverenje o odobrenju tipa merila koje sadrži Metrološka svojstva merila (greška merenja, merni opseg, namena, princip rada, referentne uslove i nazivni opseg upotrebe, konstrukciona svojstva merila, natpis i oznake) i Pregled i žigovanje merila. Na osnovu Zakona o metrologiji [2], član 5 st. 15, „uverenje o odobrenju tipa merila je isprava ili dokument koji se izdaje na osnovu predhodnog ispitivanja tipa merila, kojim se potvrđuje da je taj tip merila usklađen sa propisima metrološkim i tehničkim zahtevima i da je merilo tog tipa podesno za upotrebu u propisanoj oblasti na takav način da se očekuje da daje pouzdane rezultate merenja u određenom vremenskom periodu.”

Neispravnost mernе opreme. Oprema koja pri pregledu u akreditovanoj laboratoriji ne ispunjava metrološke uslove podleže uskraćivanju žiga i za njega laboratorija izdaje Rešenje o neispravnosti [5].

Preuzimanje mernе opreme sa pregleda i evidentiranje pregleda. Merna oprema koja zadovoljava metrološke zahteve dobija žig iz koga se nedvosmisleno može zaključiti koja je laboratorija izvršila etaloniranje i godina u kojoj ističe rok važenja žiga. Rukovodilac odeljenja za marketing je odgovoran da se preuzima merilo sa Kartonom merila i Uverenjem o etaloniranju, Uverenjem o odobrenju tipa merila i Uverenjem o ispravnosti /Rešenjem o neispravnosti opreme.

U Kartonu merila se unosi evidencija o pregledu (datum pregleda, broj uverenja i rok važenja uverenja), a izdato uverenje o ispravnosti mernе opreme (Uverenje o etaloniranju, Uverenje o odobrenju tipa merila i Uverenje o ispravnosti opreme) se odlaže u odgovarajući registrator, umnožava, i pravi se elektronska kopija. U Evidenciju o mernoj opremi se unosi datum pregleda merila. Da li je došlo do neispravnosti mernе opreme?

U slučaju da je akreditovana laboratorija izdala Rešenje o neispravnosti, merna oprema se servisirala. U Kartonu merila se u rubrici popravke unosi datum i opis popravke. Ukoliko je došlo do velikih promena na mernoj opremi prilikom servisiranja, u rubrici za opis popravke se navodi da se detalji promene spajaju sa odgovarajućim Uputstvom o korišćenju mernе opreme. Rukovodilac odeljenja za marketing overava svojim potpisom i daje direktoru na overu. Overa od strane direktora podrazumeva da je oprema popravljena i da će biti upućena na vanredni pregled.

Upotreba/rashodovanje opreme – Korisnik opremu upotrebljava shodno nameni. Ukoliko se pri upotrebi ustanovi nepouzdanost opreme pri radu i/ili merenju ili bilo koja neispravnost, pristupa se vanrednom pregledu opreme. Rukovodilac odeljenja za marketing odgovoran je da se rashoduje oprema ili neki merni deo sa opreme upisujući u Evidenciju o opremi u rubrici datum pregleda, upisuju pored datuma pregleda rashodovano. Rukovodilac odeljenja za marketing overava svojim parafom i daje Direktor na overu. Overa od strane Direktora podrazumeva da je oprema rashodovana.

## 5. TRENDOVI U RADU LABORATORIJA

Generalno, što se trendova tiče, naglasak je na opremi, obučenosti kadrova, obezbeđivanju poverenja u validnost dobijenih rezultata, usredsređenosti na korisnika i njegove zahteve. Osim ovoga laboratorije treba da prate zahteve i potrebe svojih klijenata i da procene kada je zgodno da se izvrši akreditacija novih metoda ispitivanja/etaloniranja, naravno pod uslovom da je to ekonomski opravdano [6]. Akreditacija laboratorije vrši se prema standardu SRPS ISO/IEC 17025:2006.

Standard ISO/IEC 17025:2006 posebnu pažnju posvećuje sledećim temama: zahtevi menadžment sistema laboratorija; upravljanje zapisima sa aspekta korišćenja kompjuterske opreme; zahtevi za osoblje laboratorije; kontinualno unapređenje rada laboratorije kroz interne i eksterne provere; upravljanje neusaglašenim ispitivanjima i preispitivanje od strane rukovodstva.

Oprema - trend je da se etaloniranje (ako je izvodljivo) radi na licu mesta na lokaciji korisnika



usluge. Zbog toga laboratorija mora da poseduje mobilne pakete merene opreme, referentne etalone, mobilne računare sa licenciranim softverom za obradu podataka i izračunavanje merne nesigurnosti.

Bitan faktor u funkcionisanju opreme i dobijanja tačnih rezultata, pored umeravanja i pregleda je redovno održavanje opreme. Održavanje se sprovodi prema planu održavanja, a postupci održavanja su opisani u posebnim upustvima za rukovanje opremom [7].

Obučenosť kadrova - obukama i proverama osposobljenosti kadrova daje se velika pažnja jer su dobro obučeni kadrovi od suštinske važnosti za kvalitet rezultata etaloniranja. Obuka kadrova mora biti permanentna. O obukama mora se voditi dokumentacija (zapisi) o svakom zaposlenom u laboratoriji, da se vodi evidencija o sprovedenim obukama zaposlenog u vezi sa metodama etaloniranja koje su u obimu akreditacije, kao i uspešnost i ocena rezultata postignuta sa prethodnih kontrolnih ispitivanja i provera osposobljenosti osoblja. Uspešnost ocenjuje rukovodeći deo osoblja laboratorije.

Poverenje u validnost dobijenih rezultata - ovo je jako važan aspekt koji se sve više kontroliše od strane ATS-a. To znači, na koji način laboratorija dokazuje da se njeni rezultati sa etaloniranja mogu smatrati dovoljno validnim i pouzdanim. Ovde se ogleđa ceo sistem menadžmenta kvalitetom u laboratoriji:

1. Laboratorija mora da ima neophodnu opremu koja mora biti redovno etalonirana i čija se ispravnost i funkcionalnost neprekidno (povremeno) prati. Pod praćenjem misli se na uspostavljene dokumentovane postupke i procedure (neka radna uputstva ili procedure, zapisi). Tu se pre svega misli na formiranje zapisa Plan etaloniranja i Program etaloniranja (videti: zahtev 5.6.1, standarda 17025). Planom etaloniranja daje se spisak opreme koja se planira u tekućoj godini da se etalonira, a na kraju godine se preispituje Plan da li je sva oprema u skladu sa Planom etalonirana. Program etaloniranja daje sveobuhvatnije podatke o samoj opremi. Tu se definiše [8]:
  - Tip merila, njegov ID broj, proizvođač, godina proizvodnje, opseg merenja, rezolucija;
  - broj rukovalaca konkretnom mernom jedinicom (2, 3, 10 ili više operatera);
  - godina prve upotrebe;
  - frekventnost korišćenja na dnevnom nedeljnom, mesečnom ili godišnjem nivou;
  - Prethodna etaloniranja (tu se daju prethodna Uverenja o etaloniranju) koja imaju izraženu mernu nesigurnost merila predstavljenu kao konkretnu vrednost ili grafički kao krivu koja se menja kroz razne tačke mernog opsega.

Interval etaloniranja je posledica svih prethodnih uticaja i zasniva se na konstantnom praćenju veličine merne greške instrumenata i degradaciji mernih karakteri-

stika merne opreme u odnosu na željeni nivo. Postoji nekoliko metoda [9] za određivanje intervala za etaloniranje opreme koji su opisani u dokumentu ILAC-G24 (Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments). Ovo se odnosi na mernu opremu koja se etalonira i koja dobija Uverenje o etaloniranju.

2. Praćenje rada zaposlenih u laboratoriji – povremeno se vrši provera sposobnosti zaposlenih u laboratoriji. Zaposleni moraju biti potpuno upoznati sa metodologijom ispitivanja, moraju da poznaju dokumenta sistema kvaliteta, da budu upoznati sa pravilima rada u laboratoriji. Sposobnost se proverava i u praktičnoj realizaciji ispitivanja u vidu povremenog nadzora nad radom zaposlenog od strane rukovodećeg osoblja laboratorije (glavni inženjer ispitivanja, odgovorni inženjer, rukovodilac laboratorije i sl.) do planiranja i realizacije uporednog ispitivanja gde više zaposlenih radi na istom uzorku i sprovodi isto etaloniranje pod istim okolnostima, a onda se na kraju ocenjuje njihov rezultat. Prilikom rada i merenja vrši se i logička obrada rezultata kako od strane tehničara koji vrši očitavanje tako i od strana rukovodilaca ispitivanja ili odgovornog inženjera. Jedan od važnih uslova za dobijanje ispravnog rezultata merenja svakako leži u pravilnom rukovanju i pravilnom postupanju sa mernom i ispitnom opremom (Izvor: [www.ats.rs](http://www.ats.rs)).

3. Učešće laboratorije u međulaboratorijskim ispitivanjima sa drugim laboratorijama koje se bave istom vrstom ispitivanja (etaloniranja). Međulaboratorijska poređenja i šeme za ispitivanje osposobljenosti su važno sredstvo pomoću kojeg laboratorija potvrđuje stalni kvalitet svoga rada i rezultate rada, kao i uporedivost svojih rezultata sa rezultatima drugih laboratorija koje rade u istim oblastima.

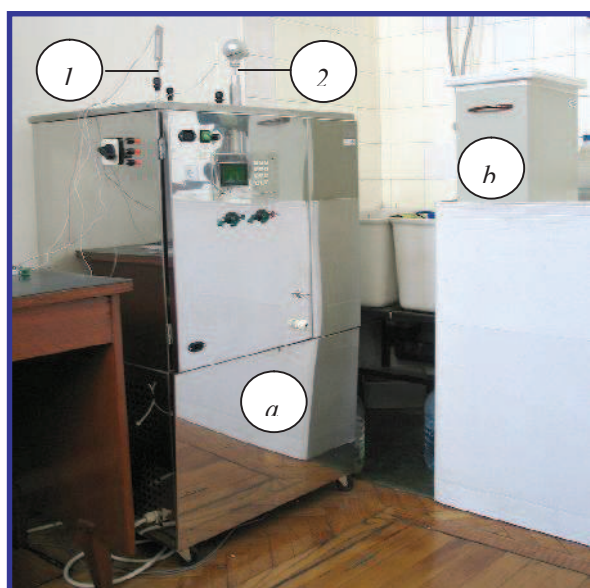
Vrši se upoređivanje dobijenih rezultata ostvarenih u svakoj pojedinačnoj laboratoriji prilikom ispitivanja (etaloniranja) na identičnim uzorcima, prema istom standardu ispitivanja. Rezultati se statistički obrađuju i daju kriterijumi ocene i na osnovu njih se vrši ocenjivanje uspešnosti rada svake laboratorije učesnice OIML. Sve ovo ali ozbiljnije i na višem nivou moguće je ostvariti učestvovanjem u šemama osposobljenosti laboratorije koje organizuje treća strana – provajder, koja je akreditovana za održavanje tih šema osposobljenosti (Proficiency testing schemes). Provajder se akredituje prema standardu ISO/IEC 17043:2010 za određenu oblast ili metodu [10].

4. Ukoliko postoji sumnja u rezultat ispitivanja (etaloniranja) rade se ponovljena ispitivanja

(etaloniranja) na istom uzorku (ako je izvodljivo) da bi se otklonile sumnje u rezultat ispitivanja/etaloniranja. Takođe, rade se i ponovljena ispitivanja pomoću različitih metoda ispitivanja/etaloniranja (ako je primenjivo) i vrši se upoređivanje dobijenih rezultata.

## 6. MERNI OPREMA U CMTM-U

Temperatursko kupatilo - u CMTM-u koristi se kupatilo sa etil-alkoholom za reprodukciju temperature od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $10^{\circ}\text{C}$  (videti sliku 3-A). Dubina radnog prostora kupatila je 350 mm. Stabilnost ostvarene temperature u radnom prostoru mora da bude u granicama  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$ .



Slika 3a) - Termostatsko kupatilo: 1) deo sa etil alkoholom, 2) deo sa uljem; B) Uređaj za reprodukciju temperature topljenja leda

Uljno kupatilo (videti sliku 3a) sa visokotemperaturnim uljem kao medijumom, koristi se za reprodukciju temperature od  $40^{\circ}\text{C}$  do  $300^{\circ}\text{C}$ . Stabilnost ostvarene temperature u radnom prostoru mora da bude u granicama  $\pm 0,005^{\circ}\text{C}$  (za pregled platinskih otpornih termometara i živinih termometara male vrednosti podejljaka) do  $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$  (za pregled ostalih vrsta termometara), a gradijent temperature u granicama  $\pm 0,02^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ . Dubina radnog prostora je 350 mm.

Uređaj za reprodukciju temperature topljenja leda videti na slici 3-B). Tačka topljenja leda mora da se realizuje sa greškom manjom od  $\pm 0,005^{\circ}\text{C}$ . Termostatska posuda u kojoj se ostvaruje temperatura topljenja ima radni prostor čiji je prečnik 100 mm, a dubina je-dnaka 350 mm.

Temperaturska peć – u CMTM-u postoji horizontalna električna cevna peć za različite temperaturne raspon koji se protežu u temperaturnom opsegu od  $30^{\circ}\text{C}$  do

$1600^{\circ}\text{C}$  [11]. Ove peći su sa cilin-dričnim radnim prostorom koji ima dužinu jednaku najmanje  $L=500\text{ mm}$ , i prečnik takav da je ost-vareno  $L/D \geq 10$ , i u kome je temperaturmo polje izjednačeno pomoću odgovarajućeg čeličnog (izoter-mnog) bloka velikog toplotnog kapaciteta.

Minimalni merni opseg koji pokriva peć je:

- do  $700^{\circ}\text{C}$ , za manometarske i bimetane termometre;
- do  $1200^{\circ}\text{C}$ , za ostale termometre.

Radni etaloni jedinice temperature, termoelektrode termopara platina – rodijum/platina S i R tipa imaju najmanju dozvoljenu dužinu termoelektroda 1 m. Termoelektrode moraju da imaju prečnik ujednačene vrednosti koja je jednaka ili veća od 0,35 mm, za termoparove

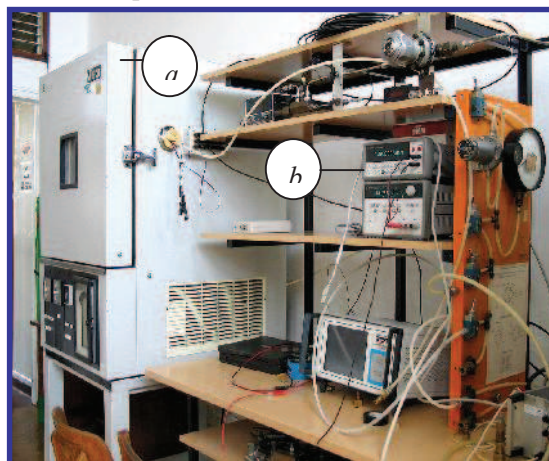
$$Pt-Rh(10\%)/Pt \text{ i } Pt-Rh(13\%)/Pt$$

radne etalone.

Termoelektrode [12] moraju biti po celoj svojoj dužini sjajne, glatke, ravnomernog preseka, bez naprslina, bez tragova savijanja pod uglom i bez varova, osim zavarenog spoja kojim je formiran merni spoj. Merna nesigurnost termopara platina-rodijum/platina – radnog etalona [13], koja je utvrđena za referentnu temperaturu  $0^{\circ}\text{C}$ , mora da bude u celom opsegu u granicama

$$\pm\{0,2 + t/1500\}^{\circ}\text{C}.$$

termometara, a njegova greška merenja mora da bude u granicama  $\pm 0,01\%$  od izmerene vrednosti električne otpornosti.



Slika 4- Laboratorijski merni sto: a) Klima komora; b) Digitalni multimetar

Uređaj za merenje elektromotorne sile termoparova (digitalni multimetar), slika 4-B – Uređaj za merenje elektromotorne sile termoparova mora da ima minimalni merni opseg DC napona od  $0\text{mV}$  do  $100\text{mV}$ , a grešku merenja u granicama

$$\pm(3,5 \mu\text{V} + 0,006 \%).$$

Klima komora (videti sliku 4-A)- koristi se za opseg temperatura od  $-40\text{ C}$  do  $180\text{ C}$  relativne vlažnosti od 15% do 95%

Uređaj za merenje električne otpornosti (digitalni multimetar), slika 4b - Uređaj za merenje električne otpornosti otpornih termometara mora da ima merni opseg koji pokriva opseg električnih otpornosti ispitivanih

Pomoćni i drugi tehnički uređaji su takođe veoma bitni u funkcionisanju laboratorije. U tu grupu uređaja spadaju:

- 1) klimatizer za održavanje temperature u pro-storiji ( $23 \pm 2$ ) $^{\circ}\text{C}$ , sa stabilnošću od  $1^{\circ}\text{C}$  u toku merenja,
- 2) barometar za merenje atmosferskog pritiska sa greškom merenja manjom ili jednakom 100 Pa, za određivanje korekcije vezane za uticaj atmosferskog pritiska na grešku merenja živinih termometara sa vrednošću podeljka  $0,01^{\circ}\text{C}$  ili  $0,02^{\circ}\text{C}$ ,
- 3) mašina za pravljenje i sitnjenje leda,
- 4) uređaj za destilaciju vode,
- 5) merilo dužine za određivanje propisanih dimenzionih karakteristika konstrukcije termometara,
- 6) lupa, uvećanja najmanje 10 puta, za očitavanje temperature,
- 7) termos boce raznih dimenzija,
- 8) metalni blokovi za izjednačavanje temperaturnog polja u termostatima i pećima, od aluminijuma, bakra i čelika,
- 9) višepozicioni dvopolni i četvoropolni multiplekseri ili skeneri sa minimalnim prelaznim otpornostima i parazitnim EMS,
- 10) izolacione i zaštitne keramičke i kvarcne cevi raznih dimenzija,
- 11) produžni i kompenzacioni vodovi za razne tipove termoparova,
- 12) bakarni jednožilni provodnici prečnika većeg od 0,8 mm za formiranje referentnih spojeva termoparova,
- 13) staklene epruvete za formiranje referentnih spojeva, dužine najmanje 250 mm.

## ZAKLJUČAK

Etaloniranje je svakako obavezno za one institucije koje su akreditovane kod ATS-a ili se akredituju prema odgovarajućem referentnom standardu. Takođe firme koje su sertifikovale svoje sisteme menadžmenta kvalitetom, podložne su obaveznom etaloniranju svoje merne opreme.

Laboratorija CMTM-a da bi definisala svoj položaj u okviru sistema kvaliteta i da bi bila prepoznatljiva mora postaviti sledeće ciljeve:

- poboljšati ukupni kvalitet rada laboratorije,

- identifikovati dobre analitičke metode i potrebe istraživanja,
- osigurati uzorke,
- omogućiti potrebe za obukom,
- poboljšati produktivnost,
- ispuniti zahteve za akreditaciju kod ATS-a.

Sa stanovišta akreditacije (kod ATS-a), laboratorija CMTM-a mora da ima sledeće karakteristike:

- tačnost merenja,
- preciznost merenja,
- specifičnost u radu,
- osetljivost merne opreme,
- reproduktivnost merenja,
- pouzdanost u radu sa opremom,
- da oprema služi u tačno definisane svrhe,
- da daje validne podatke,
- metodologija (postupci) rada mora da je međunarodno prihvaćena,
- da je postupak rada jednostavan.

Tačnost merenja se izražava pojmom apsolutne ili relativne greške. Preciznost merenja se određuje jednostavnim ponavljanjem merenja. Reprodktivnost merenja se bazira na sposobnosti da se reprodukuje odgovor u slučaju kada isti postupak primjenjuju različiti analitičari i/ili laboratorije. Jednostavnost operacije je mera analize koju mogu da izvrše laboranti.

CMTM, da bi akreditovala laboratoriju, mora da ima sistem obezbeđenja kvaliteta prema zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025:2006 - Opšti zahtevi za kompetentnost laboratorija za ispitivanje i laboratorija za etaloniranje.

Akreditovanjem kod ATS-a, laboratorija CMTM-a obezbeđuje tačnost svojih rezultata ispitivanja. Korisniku rezultata je dostupan podatak o nesigurnosti merne metode po kojoj se izvodi ispitivanje. Takođe, validacijom metoda ispitivanja, laboratorija obezbeđuje da koristi ispitivanja koje zadovoljavaju potrebe korisnika njenih rezultata.

## ZAHVALNICA

Ovaj rad je nastao u okviru projekta TR 32008 - „Mikro, nano-sistemi i senzori za primenu u elektroprivredi, procesnoj industriji i zaštiti životne sredine” kod Ministarstva za prosvetu i nauku. Potreba za akreditacijom laboratorije se ogleda upravo u domenu realizacije petog podprojekta, u okviru projekta TR 32008, koji glasi: „Razvoj specifičnih uređaja korišćenjem sopstvenih rezultata u oblasti senzora i transmitera”.



## LITERATURA

- [1] D. Tasić, V. Živković, Osnovi metrologije, Savezni zavod za mere i dragocene metale, SNIPCOPY, Beograd, 2000.;
- [2] Zakon o metrologiji, Službeni glasnik RS 30/10;
- [3] ISO 9001:2008 – Sistemi menadžmenta kvalitetom (serija standarda);
- [4] Pravilnika o vrstama merila za koje je obavezno overavanje i vremenski intervali njihovog periodičnog overavanja, Službeni glasnik RS 30/10
- [5] Rifat M. Ramović, Pouzdanost sistema elektronskih, telekomunikacionih i informacionih, Katedra za Mikroelektroniku i tehničku fiziku, ETF, Beograd 2005.
- [6] Stanislav Lisse, Merenje performansi procesa, ČASOPIS KVALITET 9-10/2002.
- [7] BILTEN ATS, Elektronske nmovine, godina I, broj 2, Beograd, jun 2010., www.ats.rs
- [8] SRPS ISO/IEC 17025:2006 - Opšti zahtevi za kompetentnost laboratorija za ispitivanje i laboratorija za etaloniranje;
- [9] ILAC–G24 Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments, OIML D10 International Document, 2007.;
- [10] ISO/IEC 17043:2010, Conformity assessment- General requirements for proficiency testing;
- [11] M. Vorkapić, B. Popović, D. Tanasković, „Karakteristike peći za pregled termoparova u CMTM laboratoriji”, sručni rad, Tehnika – Kvalitet, standardizacija i metrologija, vol. 9, br. 4, str.1-7, 2009., ISSN: 0040-2176
- [12] B. Popović, M. Vorkapić, M. Marinković, D. Tanasković, „Tehnologija proizvodnje mernih senzora temperature i njihova eksploatacija”, Kongres metrologa 2007., Zlatibor, Septembar 26-28;
- [13] Metrološko uputstvo za pregled termoparova, Direkcija za mere i dragocene metale, Glasnik 4/98 i 3/2001;
- [14] D. Stanković, „Fizičko tehnička merenja”, Beograd, 1997;
- [15] B. Markić, D. Tomić, *Modeliranje poslovnih procesa* Poslovna informatika, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Mostaru. Mostar, 2000.
- [16] P. Kotler, Upravljanje marketingom, Informator, Zagreb, 1988.
- [17] V. Bulat, Organizacija proizvodnje, Mašinski fakultet, Beograd, 1985.
- [18] R. Đukić, Planiranje i upravljanje proizvodnjom složenog proizvoda, X Internacionalni simpozijum iz PROJECT MANAGAMENT-a, Zlatibor, 2006.
- [19] Volbrecht A., Gordon W., Temperature measurement: Making sense of it all, Sensors, june 1998.
- [20] Z. Sajfert, Ž. Adamović, C. Bešić, Menadžment znanja, TF Mihajlo Pupin, Zrenjanin, 2005.

## SUMMARY

## MANAGEMENT OF MEASURING EQUIPMENT IN SMALL SERIES PRODUCTION

*Successfully managing in laboratory only depends on the personnel and equipment used in special use. The laboratory must have the necessary equipment which must be regularly calibrated. Employees must be completely familiar with the testing methodology, they must know the document the quality system, to be familiar with the rules of the laboratory. The paper describes the procedure by which a monitor measuring equipment operating in the manufacturing process.*

**Key words:** laboratories, measuring equipment, standard, personnel, production