

METODOLOGIJA PROVEDBE ŠEMA ZA ISPITIVANJE OSPOSoblJENOSTI U PODRUČJU MJERENJA DUŽINE

IMPLEMENTATION SCHEME METHODOLOGY FOR PROFICIENCY TEST IN THE FIELD OF LENGTH MEASUREMENTS

Almira Softić, doc.dr., Hazim Bašić, prof.dr.
Mašinski Fakultet Sarajevo
Sarajevo

Nermina Zaimović Uzunović, prof.dr.
Mašinski fakultet Zenica
Zenica

REZIME

Međulaboratorijska uporedna ispitivanja i poređenja rezultata rada laboratorija pokazuju trend rasta na globalnom nivou, kako od strane laboratorija učesnica tako od strane tijela za ocjenjivanje usklađenosti. Naprikladnije sredstvo za praćenje kvaliteta rezultata mjerenja laboratorija jeste njihovo uključivanje u programe ispitivanja osposobljenosti. Da bi se postavili kriteriji za neku šemu ispitivanja osposobljenosti, potrebno je dobro poznavati tehničko područje rada koje obuhvata šema ispitivanja i sve dodatne informacije koje omogućavaju kvalitetnu realizaciju šeme. Te dodatne informacije najčešće se utvrđuju tako da se najprije provede međulaboratorijsko poređenje koje obuhvata sve aspekte potrebne za rad šeme ispitivanja osposobljenosti te iz rezultata i iskustava provedenog poređenja postavljanje ispravnih kriterija.

Ključne riječi: Mjerenje dužine, ispitivanje osposobljenosti, međulaboratorijsko poređenje

SUMMARY

Interlaboratory comparative tests and intercomparison of laboratory results show an upward trend at the global level, both by the participating laboratories so by the conformity assessment bodies. The most appropriate method for monitoring the quality of the measurement results of laboratories is to include them in proficiency testing programs. A good knowledge of the technical field of work that encompasses schemes tests as well as any additional information that enable efficient implementation scheme is necessary for setting the criteria for a proficiency testing scheme. This additional information is mostly determined by first conduct interlaboratory comparison that includes all aspects necessary for the operation of proficiency testing schemes and from results and experiences it is possible to set the correct criteria.

Keywords: length measurement, proficiency testing, interlaboratory comparison

1. UVOD

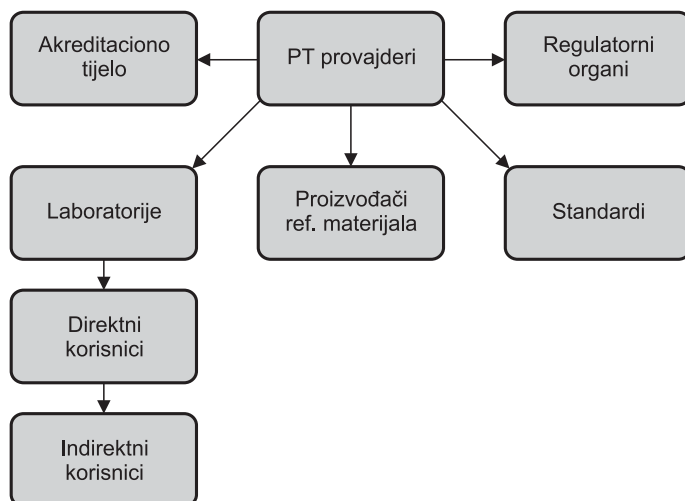
Zahtjevi standarda BAS EN ISO/IEC 17025:2006 obavezuju laboratorije za dužinu da moraju osiguravati stalan kvalitet rezultata ispitivanja i kalibracija. Jedan od načina osiguranja kvaliteta ispitivanja i kalibracija je učešće u programima međulaboratorijskog poređenja i ispitivanja

osposobljenosti. Međulaboratorijska poređenja (*interlaboratory comparisons*, **ILC**) predstavljaju organizovanje, provođenje i vrednovanje mjerenja i ispitivanja istih ili sličnih predmeta provedenih u dvije ili više laboratorija u skladu sa predhodno utvđenim uslovima. Jedan od osnovnih ciljeva međulaboratorijskih poređenja je da ocjeni spremnost laboratorije u pogledu stručnog kadra, uslova izvođenja metode, korištenih metoda, opreme i drugih resursa za kompletno izvođenje ispitivanja/kalibriranja. Ispitivanje osposobljenosti laboratorija (*proficiency testing*, **PT**) podrazumijeva ocjenjivanje kompetentnosti učesnika prema unaprijed utvđenim kriterijima pomoću laboratorijskih poređenja. Učestvovanjem u šemi ispitivanja osposobljenosti laboratorija dobija informacije o kvalitetu svog rada koji dalje može koristiti u različite svrhe, od dokazivanja svoje tehničke osposobljenosti do istaživanja prilika za poboljšanje uspješnosti svoga rada, [1,2].

2. OPŠTI ZAHTEJEVI ZA UČEŠĆE U PT/ILC ŠEMAMA

Institut za akreditiranje Bosne i Hercegovine (BATA) smatra da je učestvovanje u šemama PT/ILC važno i uspješno sredstvo za dokazivanje oposobljenosti, a svaki akreditirani laboratorij ili onaj koji to želi postati mora dokazati svoju tehničku osposobljenost. Od akreditovanih laboratorija se očekuje da pretražuju dostupne šeme ispitivanja osposobljenosti i preispituju svoja učešća u njima, a akreditaciona tijela, prilikom dokazivanja kompetentnosti da koriste i podatke sa međulaboratorijskih ispitivanja u kojima je laboratorija učestvovala, [3].

Šeme ispitivanja osposobljenosti prvenstveno se provode radi potreba i koristi učesnika tih šema, a to može biti bilo koji laboratorij, organizacija ili osoba. Učestvovanjem u nekoj šemi ispitivanja osposobljenosti učesnik dobiva određene informacije o kvalitetu svoga rada koje dalje može koristiti u različite svrhe, od dokazivanja svoje tehničke osposobljenosti do istraživanja prilika za poboljšanje uspješnosti svoga rada. Međutim, iako učesnik šeme ispitivanja osposobljenosti ima svoj interes i korist radi kojih učestvuje u određenoj šemi, postoje i druge strane koje su zainteresirane za njegovo sudjelovanje i rezultate tog sudjelovanja, kao što su korisnici laboratorijskih usluga, akreditacijska tijela, upravna tijela i drugi. Zainteresiranim stranama važno je znati kakav je kvalitet rada učesnika od kojeg uzimaju određenu uslugu, jer na temelju rezultata te usluge donose odgovarajuće odluke u svom poslovanju, Slika 1., [4].



Slika 1. Direktni i indirektni korisnici PT šeme

Ocjena rezultata učešća laboratorije u međulaboratorijskom poređenju predstavlja informaciju, o tehničkoj kompetentnosti laboratorije u jednom jedinom trenutku, pod specifičnim uslovima jednog ili više ispitivanja/kalibracije, u okviru jedne, određene šeme.

2.1. PT/ILC strategija

Laboratorije su odgovorne za definisanje svoje PT/ILC strategije koja mora biti dio njihove strategije kontrole kvaliteta i koja mora obuhvatiti najmanje jedan akreditacijski ciklus. Strategija učešća mora uključiti nivoe i frekvenciju učešća u ispitivanjima osposobljenosti, pri čemu se laboratorij mora pridržavati propisa datih od državnih tijela, mjerodavnih stručnih udruženja. U idealnom slučaju laboratorije bi trebale učestvovati u određenom ispitivanju osposobljenosti za svaku mjernu tehniku kojom se koristi i za svako svojstvo koje se mjeri za svaki proizvod, što naravno, nije uvijek izvodivo iz logističkih i ekonomskih razloga. Preporučuje se da strategija pokriva najmanje jedan akreditacijski ciklus (period između ponovnih akreditacija) i da se podobnost takve strategije preispituje svake godine, obično tokom internog audita, [5]. Institut za akreditiranje Bosne i Hercegovine (BATA) preporučuje da PT/ILC strategija uključuje:

- a) definiranje nivoa učestvovanja – određivanje poddisciplina za sve akreditirane aktivnosti unutar tehničkog područja rada;
- b) definiranje učestalosti sudjelovanja;
- c) dokumentirano planiranje sudjelovanja u PT/ILC šemama;
- d) dokumentirano istraživanje dostupnosti organizatora PT/ILC šema,
- e) redovno godišnje preispitivanje prikladnosti strategije;
- f) analiza i ocjenjivanje PT/ILC rezultat i provođenje korektivnih akcija;
- g) kontinuirano održavanje odgovarajućeg nivoa kompetentnosti uključenog tehničkog osoblja.

Dostupnost programa međulaboratorijskih poređenja može se istražiti na različitim izvorima:

- EPTIS bazi podataka (*European Proficiency Testing Information System*) koju takođe podržavaju Eurolab i Eurachem. Kalibracione laboratorije mogu koristiti bazu podataka CFI (*Centre for intercomparison*).
- nacionalna akreditacijska tijela (NABs)
- internacionalna akreditacijska tijela (na pr. APLAC, ILAC, EA)
- srodne laboratorije.

Kod izbora međulaboratorijskog poređenja, laboratorija ima mogućnost samostalnog izbora, ali uz predhodnu provjeru da organizacija takve PT/ILC šeme odgovara kvalitetu, a kao prioritet BATA preporučuje da laboratorije koriste usluge raspoloživih organizatora šema koji su akreditirani u skladu sa standardom ISO/IEC 17043:2011.

3. ORGANIZACIJA PT/ILC ŠEME

Poziv za učešće međulaboratorijskom poređenju daje informacije o nazivu i adresi organizatora, postupku koji opisuje način odabira laboratorija učesnica, kriterije za učešće, troškove učešća, informacije o predmetu i parametrima ispitivanja/kalibraciji, opis statističke analize rezultata, datum dospijeca rezultata. Politika većine međulaboratorijskih poređenja je tajnost identiteta laboratorija učesnica, sa dodjeljivanjem identifikacionog broja svakoj laboratoriji. Tehnički protokol se dostavlja svim laboratorijama učesnicama od strane organizatora sa detaljnim instrukcijama za mjerenje i dostavu rezultata mjerenja. Svaka laboratorija učesnica prema svojim utvđenim metodama i postupcima, po uobičajenom procesu rada u laboratoriji, obavlja proces ispitivanja/kalibracije, pridržavajući se dobijenog protokola od strane organizatora. Takođe, organizator PT/ILC šeme na sebe preuzima obavezu obrade rezultata međulaboratorijskog poređenja i dostave istih svim učesnicima šeme. Na ovaj način,

laboratorije će imati uvid u svoje rezultate i u rezultate drugih učesnica, te će biti u mogućnosti analizirati svoje rezultate mjerenja, pridružene mjerne nesigurnosti, a u slučaju zadovoljavajućih rezultata priložiti izvještaj akreditacijskoj kući u području njihovog djelovanja.

U Tabeli 1. dat je primjer rasporeda termina procesa međulaboratorijskog poređenja po laboratorijama, koje je provedeno u okviru ovog rada.

Tabela 1. Raspored odvijanja termina međulaboratorijskog poređenja, [2]

Laboratorija	Zemlja	Raspored
ML ORAO	Bosna i Hercegovina (BA)	oktobar-novembar 2012.
BNT	Bosna i Hercegovina (BA)	novembar-decembar 2012.
DKD-K-05401	Njemačka (DE)	juli-septembar 2011.
MBM	Crna Gora (ME)	august-oktobar 2013.

Kao što se iz priložene tabele vidi, u većini slučajeva, vrlo je teško zadovoljiti preporučene termine za odvijanje procesa međulaboratorijskog poređenja koje diktira organizator PT/ILC šeme, u većini slučajeva problema transporta i carine, procesa akreditacija laboratorija, kvarova opreme i sl.

4. STATISTIČKA OBRADA REZULTATA MJERENJA

Statističke metode koje organizator koristi za obradu dobijenih rezultata imaju za cilj da se rezultati prikažu i ocjene na način koji omogućava laboratorijama učesnicama, kao i drugim zainteresovanim stranama jednostavno i jasno razmatranje. Analizom podataka moraju se identifikovati ekstremni rezultati i ocijeniti, na određenom nivou povjerenja, njihov uticaj na sumarni prikaz statističkih rezultata, a u skladu sa statističkim dizajnom PT/ILC šeme. Rezultate dobijene u međulaboratorijskom poređenju organizator prevodi u statističke veličine radi njihove lakše interpretacije i omogućavanja poređenja. Cilj transformisanja podataka je mjerenje odstupanja rezultata dobijenih u pojedinačnoj laboratoriji-učesnici od dodijeljene vrijednosti, [1,6].

Prilikom statističke obrade rezultata dobijenih u međulaboratorijskom poređenju potrebno je razmotriti:

- broj laboratorija učesnica;
- broj uzoraka za ispitivanje i broj ispitivanja na svakom uzorku;
- procjenu dodijeljene vrijednosti;
- preciznost i istinitost dobijenih rezultata;
- razlike između laboratorija učesnica na željenom nivou povjerenja.

Dodijeljene vrijednosti treba da budu utvđene tako da je na osnovu njih omogućeno korektno vrednovanje rezultata laboratorija učesnica.

Za statističku obradu rezultata dobijenih u međulaboratorijskim poređenjima često se koriste mjere varijacije: standardna devijacija, koeficijent varijacije, procenti. Dva najčešća korištena postupka statističke obrade i tumačenja rezultata PT šema su z -rezultat (score) i E_n -broj. U slučaju kvantitativnih rezultata, rezultati dobiveni u međulaboratorijskom poređenju se transformišu u:

- razliku između laboratorije učesnice (x) i dodijeljene vrijednosti (X), odnosno $(x-X)$, koja se naziva procjena bias-a laboratorije;
- procentualna razlika, $((x-X)/X) \cdot 100$;
- procenat ili rang;
- z -rezultat (score), $z = (x-X)/s$, gdje je s standardna devijacija.

Upotrebom tzv. z-score stvara se mogućnost poređenja rezultata dobijenih u međulaboratorijskom poređenju, bez obzira na predmet ispitivanja i fizički princip mjerenja. Slučajevi koji mogu nastati su slijedeći:

- ako je $|z| = 0$, to ukazuje da je rezultat savršen, što je vrlo rijetko čak i za najkompetentnije laboratorije;
- ako je $|z| \leq 2$, može se očekivati u približno 95% slučajeva, rezultati koji se nalaze u ovom opsegu smatraju se prihvatljivim ili zadovoljavajućim;
- ako je $2 < |z| < 3$, može se očekivati u 5% slučajeva, to ukazuje na diskutabilan rezultat;
- ako je $|z| \geq 3$, rezultat je nezadovoljavajući i neprihvatljiv, ukazuje na potrebu pronalaženja uzroka i odstupanja i njihovog uklanjanja.

Broj E_n je pogodan metod kada se uzima u obzir i procjenjena nesigurnost mjerenja učesnika. Ovaj broj pokazuje da li izmjerena vrijednost laboratorije značajno odstupa od vrijednosti referentne laboratorije, uzimajući u obzir mjernu nesigurnost oba rezultata, tj. da li je razlika u rezultatima veća od kombinovane mjerne nesigurnosti oba rezultata. Jednačina za izračunavanje E_n -broja je:

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{(U_{lab}^2 + U_{ref}^2)}} \quad (1)$$

Pri čemu je:

X – dodijeljena vrijednost (ili rezultat referentne laboratorije);

U_{lab} – proširena mjerna nesigurnost laboratorije;

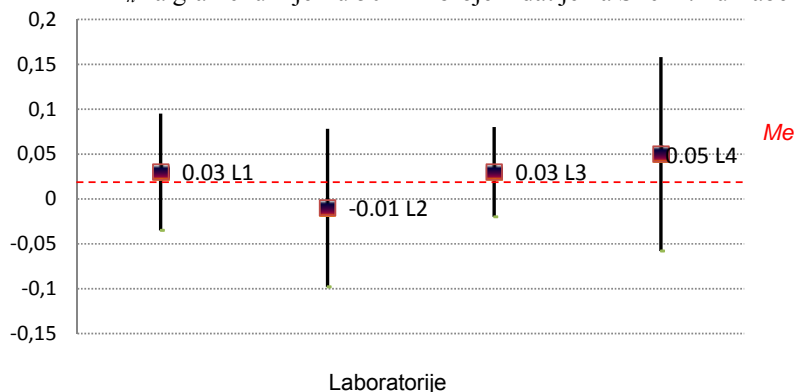
U_{ref} – proširena mjerna nesigurnost dodijeljene vrijednosti (ili referentne laboratorije).

U zavisnosti od veličine broja E_n moguće je razlikovati dva slučaja:

- ako je $|E_n| \leq 1$ – ukazuje na zadovoljavajući rezultat i ne daje nikakvo upozorenje;
- ako je $|E_n| \geq 1$ – ukazuje na nezadovoljavajući rezultat i predstavlja signal za poduzimanje mjera.

U slučaju da su dobiveni rezultati u ispitivanju osposobljenosti izvan granica prihvatljivosti napr. $|E_n| \geq 1$; $|z| \geq 3$ ili su upitni napr. $2 < |z| < 3$, laboratorija mora provesti istraživanje uzroka koji su doveli do takvog rezultata, pokrenuti odgovarajuće korektivne akcije i ocijeniti efikasnost korektivne akcije. Od laboratorija se zahtijeva da akreditacijskim tijelima dostavljaju rezultate učestvovanja u PT/ILC šemama u vidu skraćenog izvještaja, [3].

Primjer dijagrama izvještaja PT/ILC šeme od strane organizatora, kao i tabele sa rezultatima mjerenja i proračunatim E_n za graničnu mjerku 50 mm brojem dat je na Slici 2. i u Tabeli 2.



Slika 2. Odstupanje centralne dužine graničnog mjerila 50 mm,

Tabela 2. Rezultati mjerenja i proračun E_n broja za granično mjerilo 50 mm

Učesnici	Odstupanje od nominalne dužine	Nesigurnost ($k=1$)	Odstupanje od aritmetičke sredine	Nesigurnost ($k=2$)	E_n
	Δl (μm)	$u(\Delta l)$ (μm)	$\Delta x = \Delta l - x_{mean}$ (μm)	$U(\Delta x)$ (μm)	
ML ORAO (BA)	0.03	0.0325	0.005	0.0612	0.082
BNT (BA)	-0.01	0.044	-0.035	0.0742	-0.472
DKD-K-05401 (DE)	0.03	0.025	0.005	0.0537	0.093
MBM (ME)	0.05	0.054	0.025	0.0864	0.289
Aritmetička sredina x_{mean} (μm)		0.025			
Nesigurnost $u(x_{mean})$ ($k=1$) (μm)		0.0202			

5. ZAKLJUČAK

Prema zahtjevima standarda BAS EN ISO/IEC 17025:2006 laboratorija mora osiguravati stalan kvalitet rezultata ispitivanja i kalibracija, a jedan od načina osiguranja kvaliteta ispitivanja i kalibriranja su učešće u programima međulaboratorijskog poređenja i ispitivanja sposobnosti. Da bi se postavili kriteriji za neku šemu ispitivanja osposobljenosti, potrebno je dobro poznavati tehničko područje rada koje obuhvata šema ispitivanja i sve dodatne informacije koje omogućuju kvalitetnu realizaciju šeme.

Učestvovanjem u nekoj šemi ispitivanja osposobljenosti učesnik dobiva određene informacije o kvalitetu svog rada koje dalje može koristiti u različite svrhe, od dokazivanja svoje tehničke osposobljenosti do istraživanja prilika za poboljšanje uspješnosti svog rada.

Međulaboratorijska uporedna ispitivanja i poređenja rezultata laboratorija pokazuju trend rasta na globalnom nivou, kako od strane laboratorija učesnica tako i od strane tijela za ocjenjivanje usklađenosti i naravno, drugih zainteresovanih strana.

6. LITERATURA

- [1] ISO/IEC CD 17043:2010, *Conformity assessment-General requirements for proficiency testing*, International Organization for Standardization (ISO), 2010.
- [2] Softić, A.: “Istraživanje mjerne sljedivosti jedinice za dužinu primjenom metode kružne interkomparacije”, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet Sarajevo, 2014.
- [3] BATA dokument: *Opći zahtjevi za sudjelovanje u PT/ILC šemama*, OD 07-04, Izdanje 7, 2014.
- [4] Santovac, D., Redžepović, A., Bogojević, K.: “Značaj PT šema”, Akreditaciono telo Srbije, Bilten, God. 1, (2), Beograd, 2011.
- [5] EA document EA-4/18 *Guidance on the level and frequency of proficiency testing participation*, European cooperation for Accreditation, 2010.
- [6] Bašić, H., Softić A.: “The importance of interlaboratory comparison in length measurement as a prerequisite for raising the accuracy of measurement and development of measurement traceability”, 14th International Research/Expert Conference ‘Trends in the Development of Machinery and Associated Technology’, TMT 2010, 185-188, 2010.