Broj rada: R4-18
DOI:10.46793/CIRED2026.R4-18_114

PT AKTIVNOSTI KT EDS U JEDNOM CIKLUSU AKREDITACIJE

PT ACTIVITIES OF CB EDS IN ONE ACCREDITATION CYCLE

Tatjana CINCAR-VUJOVIĆ; Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija *
Ivana NARANČIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Dejan RADOSAVLJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Jedan od elemenata dokazivanja tehničke kompetentnosti akreditovanih laboratorija jeste dokazivanje validnosti rezultata u poređenju sa rezultatima drugih akreditovanih laboratorija, putem Međulaboratorijskih poređenja (MLP) i Ispitivanja stručnosti (PT), koji su veoma važan aspekt kontrole kvaliteta rezultata merenja. Razvijanje plana, dinamike, podobnosti, nivoa i učešće u MLP/PT vodi ka preispitivanju i prilagođavanju, utvrđivanju i procenjivanju rizika i drugih parametara koji mogu uticati na validnost rezultata merenja. U poslovima potvrđivanja usaglašenosti merila sa propisanim tehničkim i metrološkim zahtevima, primarno se razmatraju kompetentnost i tehnička osposobljenost tela za ocenjivanje usaglašenosti. Neminovnost i potreba uključivanja u šeme provere stručnosti, kao jednog od najznačajnih kriterijuma za procenu uporedivosti rezultata merenja, obezbeđuju prepoznavanje i prihvatanje rezultata merenja, a sve u svrhu uklanjanja tehničkih barijera u trgovini. U radu su prikazani rezultati MLP/PT koje je sprovelo Kontrolno telo Elektrodistribucije Srbije u periodu od 2020. do 2023. godine, sa ciljem obezbeđivanja poverenja i pouzdanosti rezultata merenja električne energije u distributivnom sistemu. Dokazivanjem ekvivalentnosti metoda i rezultata merenja električne energije u Kontrolnom telu Elektrodistribucije Srbije interno i sa eksternim subjektima metrološkog sistema Republike Srbije utvrđuje se i osigurava poverenje u rezultate merenja električne energije Kontrolnog tela Elektrodistribucije Srbije.

Ključne reči: Evaluacija rezultata, međulaboratorijsko poređenje, merna nesigurnost

ABSTRACT

One of the elements of proving the technical competence of accredited laboratories is proving the validity of the results in comparison with the results of other accredited laboratories, through inter-laboratory comparisons (MLP) and proficiency testing (PT), which are a very important aspect of quality control of measurement results. Developing the plan, dynamics, suitability, level and participation in MLP/PT leads to review and adjustment, determination and assessment of risks and other parameters that may affect the validity of measurement results. In the tasks of confirming the conformity of the measuring device with the prescribed technical and metrological requirements, the competence and technical capability of the conformity assessment body are primarily considered. The inevitability and need to be included in proficiency testing schemes, as one of the most important criteria for evaluating the comparability of measurement results, ensure the recognition and acceptance of

* Bulevar umetnosti 12, 11070 Novi Beograd, Tatjana.Cincar-Vujovic@es.rs

measurement results, all for the purpose of removing technical barriers to trade. The paper presents the results of MLP/PT conducted by the Control Body of Electric Distribution of Serbia in the period from 2020 to 2023, with the aim of ensuring trust and reliability of the results of electricity measurement in the distribution system. By proving the equivalence of methods and results of electricity measurement in the Control Body of Electric Distribution of Serbia internally and with external subjects of the metrological system of the Republic of Serbia, trust in the results of electricity measurement of the Control Body of Electric Distribution of Serbia is established and ensured.

Keywords: Evaluation of results, interlaboratory comparison, uncertainty of measurement

1 UVOD

Dokazivanje usaglašenosti sa zahtevima propisa i standarda je pretpostavka za ostvarivanje konkurentnosti kontrolnih tela za overavanje brojila električne energije. U ovom procesu je od izuzetne važnosti da se koriste usluge kompetentnih i tehnički osposobljenih kontrolnih tela, čime se obezbeđuje poverenje u obavljena kontrolisanja.

Iako standard SRPS ISO/IEC 17020 ne navodi posebne zahteve za učestvovanje kontrolnih tela u međulaboratorijskim poređenjima (MLP) i ispitivanjima osposobljenosti (PT), te aktivnosti predstavljaju neophodni deo praćenja validnosti sopstvenih rezultata, jer se prilikom kontrolisanja sprovode aktivnosti ispitivanja i etaloniranja, te se zahtevi standarda SRPS ISO/IEC 17025:2017 moraju uzeti u obzir.

Često PT aktivnosti nisu dostupne ili nisu odgovarajuće, mogu da traju i nekoliko godina i iziskuju značajna sredstva.

Ocenjujući opravdanost alternativnih pristupa koji obuhvataju obim akreditacije i koji mogu da obezbede validnost rezultata, Kontrolno telo Elektrodistribucije Srbije (KT EDS) je utvrdilo podobnost, nivo i dinamiku plana učešća u PT aktivnostima.

Metodologija utvrđivanja plana učešća u PT aktivnostima, naročito uključuje broj i učestalost sprovedenih merenja, izvore metrološke sledivosti, poznate merne nesigurnosti, poznatu mernu metodu, značaj i upotrebu dobijenih rezultata, iskustvo i znanje tehničkog osoblja, rizike i mogućnost smanjenja neželjenih uticaja, potencijalnih nedostataka i naravno, poboljšanje.

Nivo i dinamika učešća u PT aktivnostima se preičpituj i prilagodjava u odnosu na obim akreditacije, zakonsku regulativu i druge parametre od značaja za poslovanje pravnog entiteta u čijem sastavu je KT.

2 PLAN PT AKTIVNOSTI

Zakonska obaveza KT EDS je kontrolisanje i overavanje brojila električne energije, te obezbeđenje sistema sledivosti do krajnjih korisnika i podizanje infrastrukture sistema kvaliteta organizovanjem i sprovođenjem PT aktivnosti.

Cilj svake PT aktivnosti KT EDS je uspostavljanje veze i pokazivanje ekvivalencije rezultata merenja električne energije u laboratorijama KT EDS i laboratorijima drugih kontrolnih tela.

Dokazivanje validnosti rezultata u poređenju sa rezultatima drugih jeste dokazivanje tehničke kompetentnosti.

Pri razvijanju plana učešća KT EDS u PT aktivnostima, naročito se vodilo računa o redosledu PT aktivnosti, određivanju artefakta, izboru učesnika, nivou i dinamici programa PT aktivnosti, odabiru merne metode, izboru mernih tačaka, određivanju izvršilaca, uz obavezno pridržavanje relevantnih smernica za izračunavanje i prikazivanje merne nesigurnosti i evaluaciju rezultata korišćenjem E_n broja. E_n broj predstavlja količnik razlike rezultata laboratorije učesnice i referentne dogovorene vrednosti i kvadratnog korena sume kvadrata merne nesigurnosti laboratorije učesnice za određeni rezultat i kvadrata merne nesigurnosti usvojene referentne vrednosti.

U protokolima sprovedenih PT aktivnosti, bio je zadat uslov $|E_n| \leq 1$, što je, uobičajeno, uslov za poređenje rezultata laboratorija za etaloniranje, koje su akreditovane po zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025.

Sva sprovedena poređenja, osim bilatarelnog poređenja sa Nacionalnom Metrološkom Institucijom, su poređenja rezultata laboratorija akreditovanih za kontrolisanje po zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17020, pa je dogovoren uslov mogao da bude blaži, odnosno da $|E_n| \leq 2$. Čak i u nekim međunarodnim poređenjima laboratorija za etaloniranje, usled karakteristika artefakta, njegove stabilnosti, učešća velikog broja laboratorija ili višegodišnjeg trajanja poređenja, za dogovoren uslov se uzima $|E_n| \leq 2$. Za poređenje rezultata laboratorija za kontrolisanje (SRPS ISO/IEC 17020) uslov $|E_n| \leq 2$ bi bio prihvatljiv, ali KT Elektrodistribucije Srbije se opredelilo za „strožiji" uslov, koji je „osetljiviji" na indikaciju performansi laboratorija učesnica poređenja.

Iz vrednovanja rezultata PT aktivnosti, KT EDS sačinjava odgovarajuće zapise – izveštaje i na osnovu donetih zaključaka sprovodi mere.

U jednom ciklusu akreditacije, KT EDS je planiralo i sprovelo 5 PT aktivnosti:

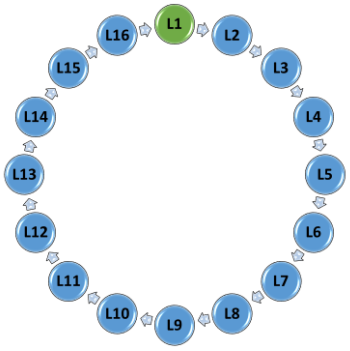
1) Polazna, interna PT aktivnost, za uspostavljanje veze rezultata merenja svih 17 laboratorija KT EDS;
2) Bilateralno poređenje sa Direkcijom za mere i dragocene metale (DMDM), za potvrđivanje tehničke kompetentnosti svih 17 laboratorija KT EDS;
3) Interna PT aktivnost, za proveru performansi etalonskih brojila različitih proizvođača;
4) Eksterna PT aktivnost sa Elekromrežom Srbije (EMS), za potvrđivanje ekvivalentnosti rezultata merenja na mestima primopredaje energije iz prenosnog u distributivni sistem i
5) PT aktivnost sa proizvođačima brojila električne energije, za potvrđivanje ekvivalentnosti rezultata merenja električne energije u različitim, kompetentnim laboratorijama

3 PT AKTIVNOSTI

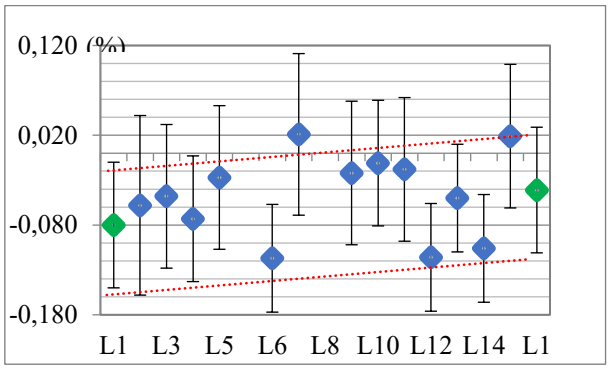
3.1 Polazna, interna PT aktivnost

Imajući u vidu da KT EDS raspolaže sa 17 laboratorija za kontrolisanje brojila električne energije, na početku je sprovedeno kružno poređenje jednakih (Slika 1), pri čemu je za

dogovorenu referentnu vrednost izabrana jedna laboratorija, usvojena od učesnika poređenja jednakih kao referentna, koja je imala ulogu pilot laboratorije. Ovom ''polaznom'', internom PT aktivnošću uspostavljena je veza rezultata merenja svih laboratorija KT EDS (Gafikon 1), a pilot laboratorija je dobila ulogu referentne laboratorije (predstavnika) KT EDS za naredno poređenje.



Slika 1 Kružno poređenje



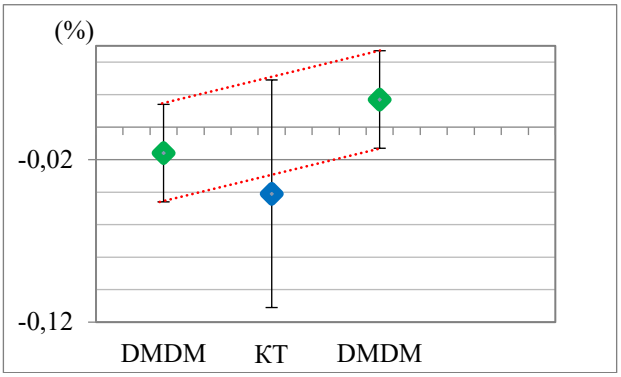
Grafikon 1 Rezultati proračuna E_n broja u KT EDS

Rezultati PT šeme su uvek poziv za preispitivanje. Zbog visoke standardne devijacije ponovljenih rezultata merenja, laboratorija L16 ima veću nesigurnost tipa A, manji efektivni broj stepeni slobode (v_{eff} = 28,39) i stoga veći faktor prekrivanja (k = 2,05), te veću proširenu mernu nesigurnost 0,09%. Tumačenje rezultata merenja ukazuje na nedovoljnu posvećenost izvršioca merenja samom merenju. Rezultate merenja treba pratiti u nekoliko planiranih serija merenja, kako bi se izbegla greška operatera ili slučajno narušavanje osetljivosti interfejsa za očitavanje impulsa na artefaktu.

3.2 Bilateralno poređenje sa DMDM

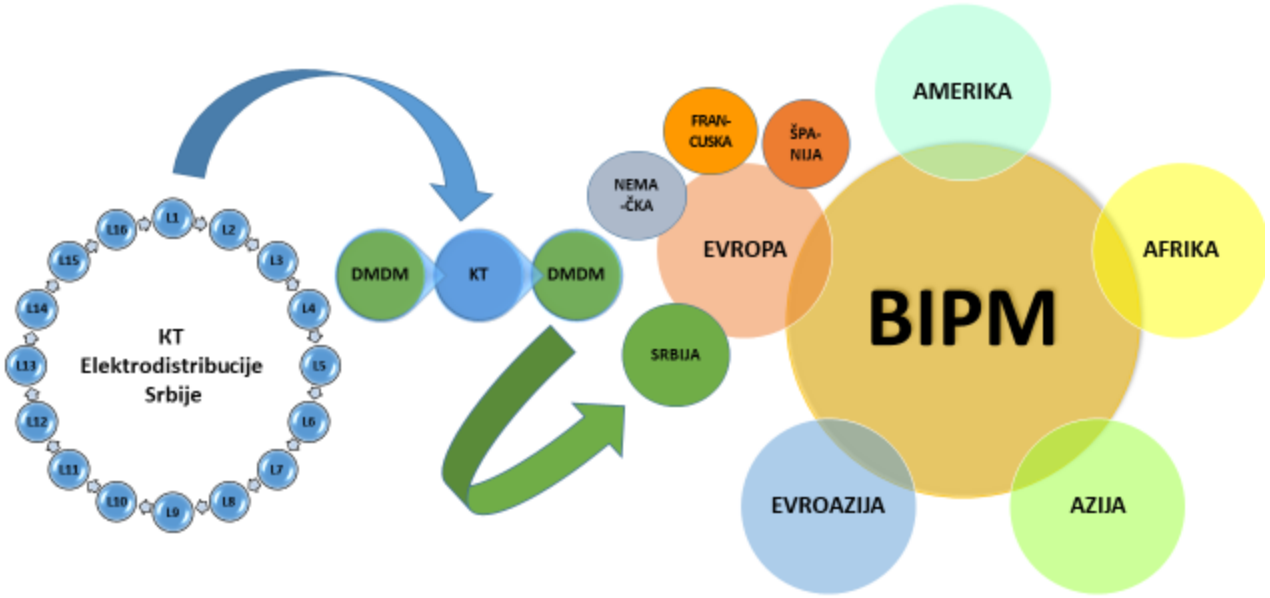
Sledilo je bilateralno poređenje KT EDS sa Nacionalnom Metrološkom Instituciom (NMI) – Direkcijom za mere i dragocene metale (DMDM), pri čemu je KT EDS predstavljala pilot laboratorija iz prethodnog internog, kružnog poređenja. Ovim bilateralnim poređenjem, potvrđena je tehnička kompetentnost svih 17 laboratorija KT EDS (Grafikon 2), a posebna vrednost se ogleda u ''vezivanju'' svakog merenja električne energije u laboratorijama KT EDS sa nacionalnim etalonom električne energije Republike Srbije.

Prema uspostavljenoj hijerarhijskoj šemi, kroz učešće DMDM u poređenjima Evropske asocijacije NMI (*The European Association of National Metrology Institutes* – EURAMET) i ključnim poređenjima sa Međunarodnim biroom za tegove i mere (*International Bureau of Weights and Measures* – BIPM), prikazano na Slici 2, svako merenje u laboratorijama KT EDS vezuje se sa merenjima električne energije u Evropi i dalje sa međunarodnim etalonom u BIPM.



Grafikon 2 Rezultati proračuna E_n broja u odnosu na DMDM

Etalonska brojila KT Elektrodistribucije Srbije etalonirana su u DMDM, te je očekivano širina opsega merne nesigurnosti merenja KT veća od merne nesigurnosti merenja DMDM.

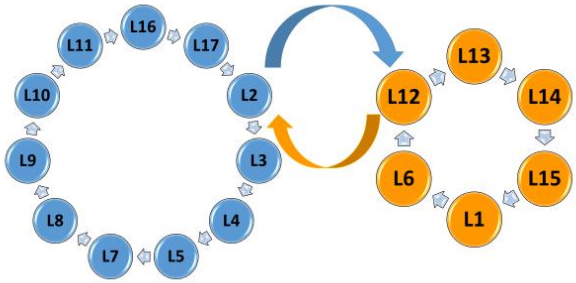


Slika 2 Veza rezultata merenja u KT EDS

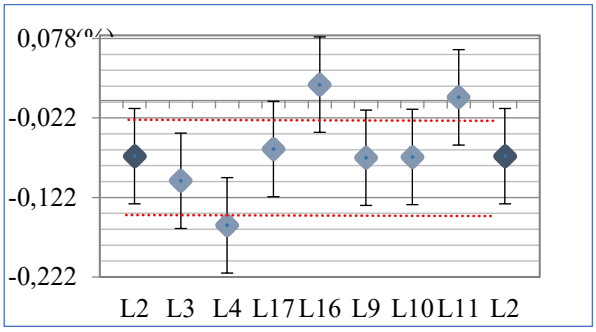
3.3 Interna PT aktivnost

KT EDS je formiralo još jednu, 17. laboratoriju za kontrolisanje brojila i pošto KT EDS poseduje etalonsku opremu dva proizvođača sledeća interna PT aktivnost je bila kružno poređenje "osmica", pri čemu su, u "granama osmice", grupisane laboratorije KT EDS koje koriste etalonsku opremu istog proizvođača, te je za svaku ''granu osmice'' izabrana dogovorena referentna vrednost – pilot laboratorija (Slika 3). Nakon završetka kružnog poređenja svake grane „osmice" (Grafikon 3 i 4), pilot-laboratorije su izvršile dvostruko međulaboratorijsko poređenje.

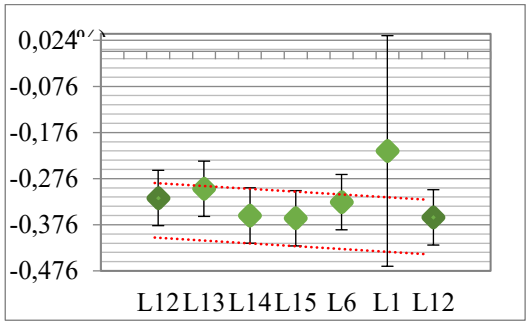
Evaluacije rezultata merenja u ovom kompleksnom poređenju ukazale su na performanse etalonskih brojila različitih proizvođača te preporuka u dodeljivanju uloga dogovorenih referentnih vrednosti u budućim poređenjima.



Slika 3. Interna PT aktivnost – kružno poređenje „osmica”



Grafikon 3 Rezultati proračuna E_n broja

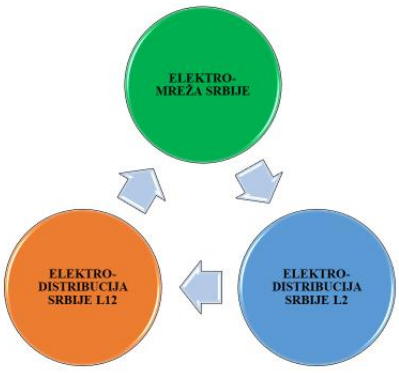


Grafikon 4 Rezultati proračuna E_n broja

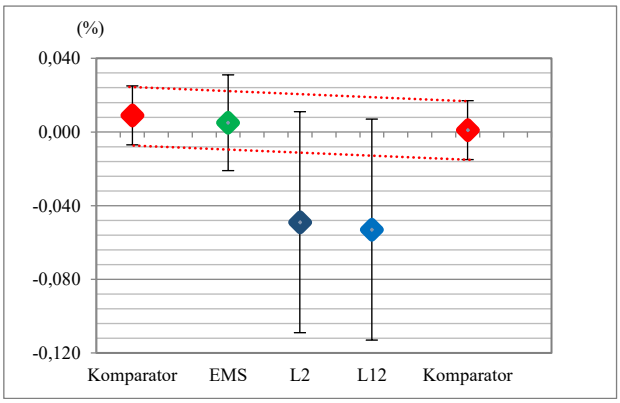
Evaluacije rezultata merenja u ovom kompleksnoj internoj PT aktivnosti ukazuju na performanse etalonskih brojila kojima se, u poređenjima, dodeljuje uloga dogovorene referentne vrednosti i zaključuje da je za učešće KT EDS u eksternim PT šemama preporuka izabrati dogovorenu referentnu vrednost laboratorije KT EDS koja koristi etalonsko brojilo određenog proizvođača.

3.4 Eksterna PT aktivnost sa EMS

U lancu toka električne energije, na mestima primopredaje energije iz prenosnog u distributivni sistem, važno je potvrditi ekvivalentnost rezultata merenja, pa je organizovana eksterna PT šema, sa Elektromrežom Srbije (EMS), a predstavnici KT EDS su bile dve pilot laboratorije iz prethodne interne PT aktivnosti (Slika 4). Rezultati proračuna E_n broja, u odnosu na dogovorenu referentnu vrednost EMS, prikazana je na Grafikonu 5.



Slika 4 Eksterna PT šema



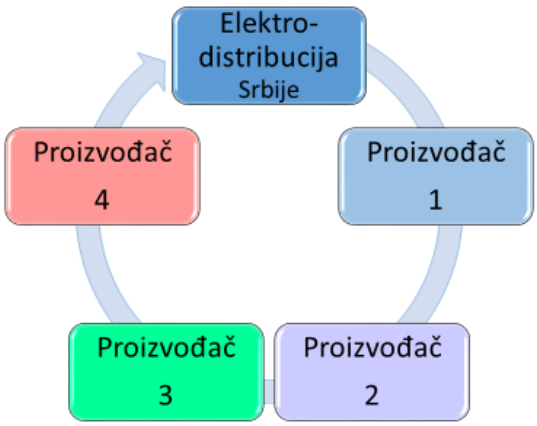
Grafikon 5 Rezultati proračuna E_n broja

Sve laboratorije učesnice ove eksterne PT aktivnosti su koristile istu mernu metodu i vršile su merenja u približno istim laboratorijskim uslovima sredine. Rasipanje rezultata merenja je očekivana posledica korišćenja etalonskih brojila različite tačnosti.

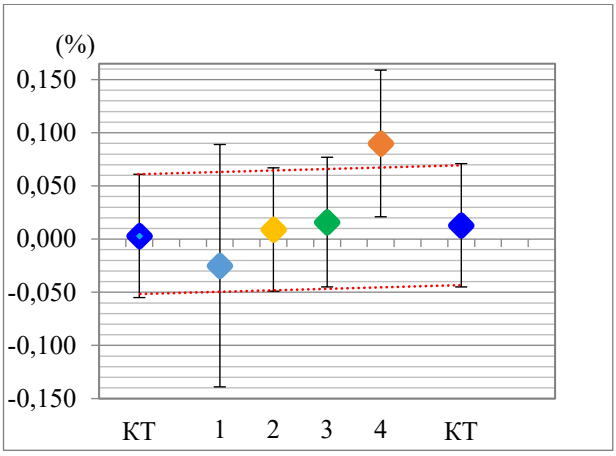
Posebna vrednost ove eksterne PT šeme je u dodatno sprovedenom „kontrolnom" merenju na komparatoru, čija je sledivost 1 : 1 u odnosu na nacionalni etalon električne energije Republike Srbije.

3.5 PT aktivnost sa proizvođačima brojila električne energije

S druge strane, unapređenje elektrodistributivne mreže, ogleda se, između ostalog, u korišćenju digitalnih tehnologija i implementaciji brojila sa integrisanim pristupom očitavanja izmerenih veličina, zbog čega je KT EDS organizovalo i sprovelo PT aktivnost sa različitim, domaćim proizvođačima brojila električne energije (Slika 5). Osim potvrđivanja ekvivalentnosti rezultata merenja električne energije u različitim, kompetentnim laboratorijama (Grafikon 6), posebna vrednost ove PT aktivnosti je analiza uticaja lanca sledivosti.



Slika 5 PT aktivnost sa proizvođačima brojila



Grafikon 6 Rezultati proračuna E_n broja

Primarno objašnjenje apsolutne vrednosti E_n broja Proizvođača 4 je u Uverenju/Sertifikatu o etaloniranju etalonskog brojila koje je u poređenju koristio Proizvođač 4, u kojem je, za zadatu mernu tačku, faktor prekrivanja (obuhvata) $k = 2{,}18$ a proširena merna nesigurnost 0,0375%.

U ovom poređenju su laboratorije učesnice dokazivale sledivost preko različitih kompetentnih laboratorija za etaloniranje, te su imale različite lance sledivosti, od direktne veze sa nacionalnim etalonom, preko posredne veze sa nacionalnim etalonom preko jedne laboratorije akreditovane po zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025, do posredne veze sa nacionalnim etalonom preko dve akreditovane laboratorije.

Takođe, upoređivani su rezultati merenja između laboratorija koje su, u skladu sa zahtevima referentnog standarda SRPS ISO/IEC 17020 akreditovane od strane različitih akreditacionih tela.

4 ZAKLJUČAK

Dokazivanje ekvivalentnosti metoda i rezultata merenja obezbeđuje prepoznavanje i prihvatanje rezultata merenja, utvrđuje i osigurava poverenje u rezultat merenja.

Procenjivanje performansi laboratorija i utvrđivanje sposobnosti svake laboratorije za specifična merenja električne energije je dodatna mogućnost za stalno napredovanje i potvrđivanje mogućnosti merenja primenom najboljih mernih tehnika i najtačnije merne opreme.

KT EDS, odabranim metodama merenja koje odgovaraju vrsti i obimu preduzetog posla za predviđenu namenu i u skladu sa potrebama korisnika, stalno demonstrira kompetentnost i doprinosi korporativnom imidžu i poboljšanju vidljivosti Elektrodistribucije Srbije među operatorima distributivnih sistema u regionu i u Evropi, jer merenje električne energije nema isključivo nacionalni značaj, već predstavlja međunarodnu obavezu kojom se obezbeđuje da nacionalni operatori distributivnih sistema deluju na usaglašen i jedinstven način.

ZAHVALNICA

Tople reči priznanja i zahvalnosti cenjenim kolegama u Sektoru za kontrolisanje merila električne energije Elektrodistribucije Srbije, na savladavanju procenjivanja merne nesigurnosti i radu na razvoju mernih tehnika. Svojim zalaganjem odigrali su izuzetno važnu ulogu u sprovođenju konkretnih merenja i postizanju zavidnih rezultata.

LITERATURA

[1] SRPS ISO/IEC17043:2011 Ocenjivanje usaglašenosti – Opšti zahtevi za ispitivanje osposobljenosti
[2] ILAC-G13:08/2007 ILAC Guidelines for the Requirements for the Competence of Providers of Proficiency Testing Schemes
[3] JCGM 100:2008 Evaluation of Measurement Data – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement
[4] EA-4/02 M:2022, Evaluation of the Uncertainty of Measurements in Calibration
[5] Cincar Vujović, T., „Primenjena metrologija u Elektrodistribuciji Srbije”, UDK: 006.91:621.317(497.11), Časopis Elektroprivreda Godina 3, Broj 1, 2025.