

KONTROLA KVALITETA REZULTATA MERENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

QUALITY CONTROL OF ELECTRICITY MEASUREMENT RESULTS

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

Razvijena metrologija u privredi doprinosi poboljšanju kvaliteta proizvoda i poboljšanju konkurentnih sposobnosti na tržištu. Planiranje kvaliteta u privredi obuhvata izbor najprikladnijih metoda merenja i odgovarajuće merne opreme, čime se izbegava dilema da li je nešto dobro ili loše i pružaju korisne informacije o kvalitetu procesa i tehnologije.

U radu su prikazani rezultati međulaboratorijskog poređenja merenja električne energije između akreditovanih laboratorija Elektrodistribucije Srbije i Elektromreže Srbije. Osim potvrđivanje ekvivalentnosti rezultata merenja električne energije na mestima primopredaje električne energije, posebna vrednost je u adekvatnoj metrologiji, odgovarajućoj tačnosti i pouzdanosti, bez koje nije moguće uspešno sprovesti podizanje ekonomske efikasnosti.

Ključne reči: Metrologija - Međulaboratorijsko poređenje - Ekvivalentnost rezultata merenja električne energije

ABSTRACT

Developed metrology in the economy contributes to the improvement of product quality and the improvement of competitive abilities on the market. Quality planning in the economy includes the selection of the most appropriate measurement methods and appropriate measuring equipment, which avoids the dilemma of whether something is good or bad and provides useful information about the quality of processes and technology. The paper presents the results of the interlaboratory comparison of electricity measurements between the accredited laboratories of Elektrodistribucija Srbije and Elektromreza Srbije. Apart from confirming the equivalence of the results of electricity measurements at the points of electricity transmission, there is a special value in adequate metrology, appropriate accuracy and reliability, without which it is not possible to successfully increase economic efficiency.

Key words: Metrology, Interlaboratory comparison, Equivalence of electrical energy measurement results

Tatjana Cincar-Vujović, Bulevar umetnosti 12, 11070 Novi Beograd, Tatjana.CincarVujovic@ods.rs

1. UVOD

Sprovođenje međulaboratorijskih poređenja (u daljem tekstu: MLP) i ispitivanja osposobljenosti (u daljem tekstu: PT šeme) su jedan od najznačajnijih kriterijuma za procenu uporedivosti rezultata merenja, koji obezbeđuju prepoznavanje i prihvatanje rezultata merenja, važan aspekt kontrole kvaliteta rezultata merenja i nedvosmislena potvrda kompetentnosti laboratorija.

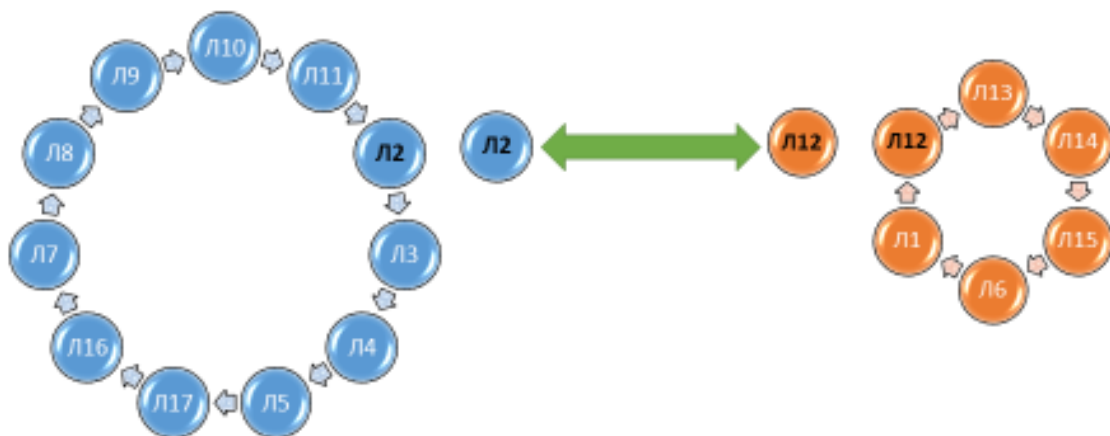
Poređenje rezultata merenja električne energije u ovlašćenim, akreditovanim laboratorijama Elektrodistribucije Srbije i laboratoriji Elektromreže Srbije, organizovano je, u skladu sa SRPS ISO/IEC 17043 i ILAC-G13.

Posebna vrednost ovog MLP (eksterne PT šeme) se ogleda u dodatno sprovedenom "kontrolnom" merenju na komparatoru, čija je sledljivost 1:1 u odnosu na nacionalni etalon električne energije Republike Srbije.

2. ORGANIZACIJA MLP – EKSTERNE PT ŠEME

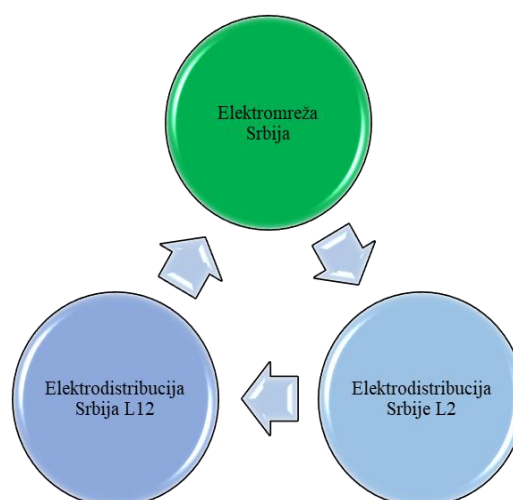
Cilj MLP – eksterne PT šeme je uspostavljanje veze i pokazivanje ekvivalencije rezultata merenja električne energije u laboratorijama Elektrodistribucije Srbije i laboratoriji Elektromreže Srbije.

Od 17 laboratorija Elektrodistribucije Srbije, u ovom MLP – eksternoj PT šemi, učestvovala su dve laboratorije L2 i L12, koje su u prethodno sprovedenoj internoj PT šemi laboratorija Elektrodistribucije Srbije, organizovanoj kao kružno poređenje "osmica", imale uloge pilot laboratorija. Imajući u vidu da je interna PT šema laboratorija Elektrodistribucije Srbije poređenje jednakih, interna PT šema je organizovana u formi "osmice", pri čemu su, u "granama osmice", grupisane laboratorije Elektrodistribucije Srbije koje koriste mernu opremu istog proizvođača. Za svaku "granu osmice" je izabrana dogovorena referentna vrednost i to L2 za kružno poređenje 11 jednakih laboratorije i L12 za kružno poređenje 6 jednakih laboratorija. Nakon završetka kružnog poređenja prve i druge "grane osmice", dve pilot laboratorije, izabrane, dogovorene, referentne vrednosti, su izvršile dvostruko međulaboratorijsko poređenje. U jednom međulaboratorijskom poređenju L2 i L12, laboratorija L2 je imala ulogu referentne laboratorije, a u drugom međulaboratorijskom poređenju L2 i L12, laboratorija L12 je imala ulogu referentne laboratorije. Na slici 1 je prikazana interna PT šema laboratorija Elektrodistribucije Srbije.



Slika 1 - Interna PT šema laboratorija Elektrodistribucije Srbije - kružno poređenje "osmica"

Ovo MLP – eksterna PT šema, organizovana je kao kružno poređenje prikazano na slici 2, a za dogovorenu referentnu vrednost izabrana je laboratorija Elektromreže Srbije (EMS).



Slika 2 Prikaz kružnog poređenja

3. EVALUACIJA REZULTATA MLP – EKSTERNE PT ŠEME

Sve laboratorije učesnice MLP – eksterne PT šeme su prikazale svoje rezultate merenja i detalje o mernoj nesigurnosti u obliku tipičnog budžeta merne nesigurnosti u kojem su razmatrane pojave koje doprinose nesigurnosti mernog rezultata. Za evaluaciju rezultata merenja, primenjena je formula za izračunavanje E_n broja:

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

gde su:

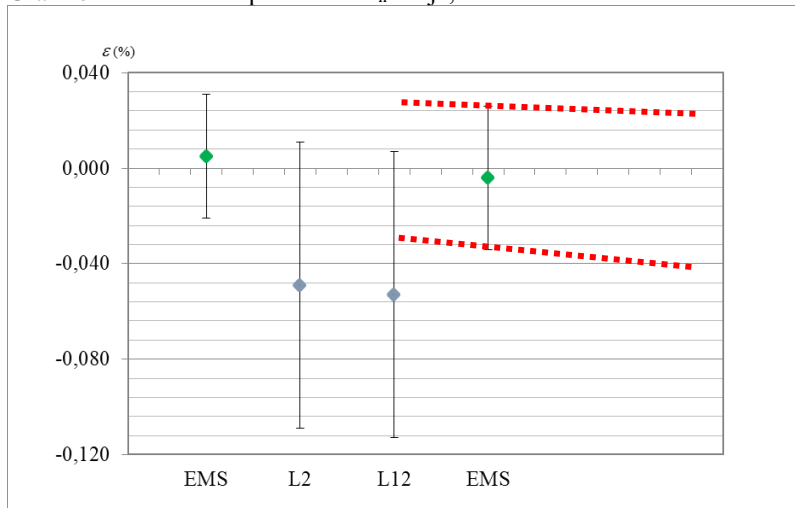
x_{lab} i x_{ref} – rezultat merenja x laboratorije i rezultat merenja x usvojene, dogovorene referentne laboratorije,

U_{lab} i U_{ref} – merna nesigurnosti U laboratorije, za određeni rezultat merenja x laboratorije i merna nesigurnosti U usvojene, dogovorene, referentne laboratorije, za određeni rezultat merenja x usvojene, dogovorene, referentne laboratorije.

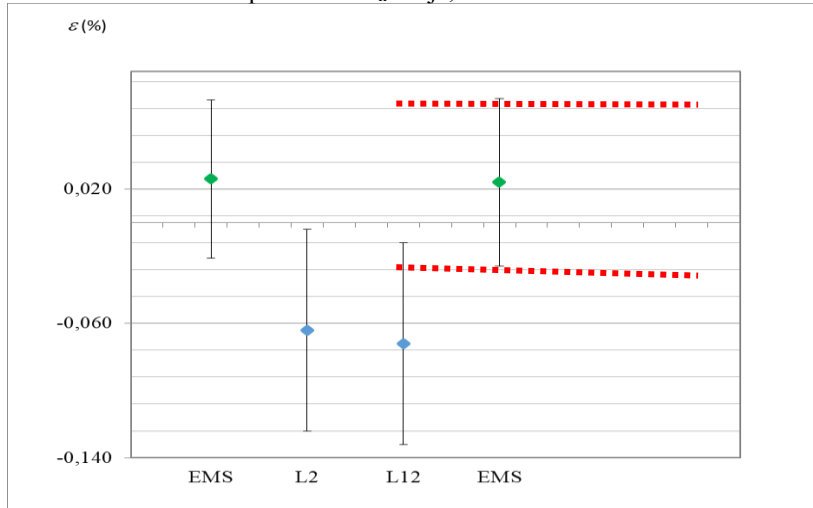
Iako su laboratorije učesnice ovog MLP – eksterne PT šeme, laboratorije akreditovane po zahtevima standarda (SRPS ISO/IEC 17020) za kontrolisanje, a ne laboratorije akreditovane po zahtevima standarda (SRPS ISO/IEC 17025) za etaloniranje / ispitivanje, koristile najpreciznije brojilo elektirčne energije kao artefakt, za evaluaciju rezultata merenja je poštovan uslov da apsolutna vrednost E_n broja x laboratorije u odnosu na dogovorenu, referentnu vrednost bude manja ili jednaka jedinici.

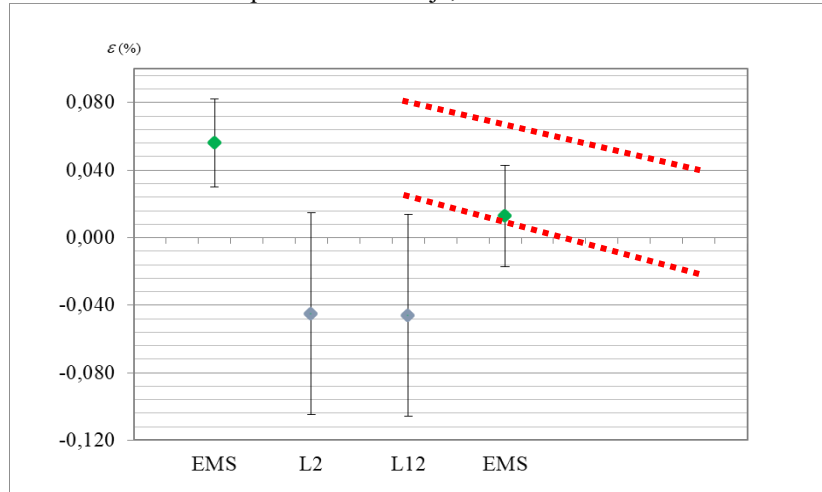
Na grafikonima 1, 2 i 3 su prikazani rezultati proračuna E_n broja za tri, protokolom definisane merne tačke.

Grafikon 1 - Rezultati proračuna E_n broja, za mernu tačku 1



Grafikon 2 - Rezultati proračuna E_n broja, za mernu tačku 2



Grafikon 3 - Rezultati proračuna E_n broja, za mernu tačku 3

Iako su sve laboratorije koristile istu mernu metodu i vršile merenja u približno istim laboratorijskim uslovima sredine, rasipanje pojedinačnih rezultata merenja, prikazanih na grafikonima 1 do 3, je očekivana posledica korišćenja različite merno-ispitne opreme. Laboratorije Elektrodistribucije Srbije (L2 i L12) koriste etalon brojila električne energije dva različita proizvođača, deklarisanu tačnost 0,05 % za merenje električne energije, a laboratorija Elektromreže Srbije koristi etalon brojilo električne energije trećeg proizvođača, deklarisanu tačnosti 0,02 % za merenje električne energije. U opštem slučaju, preporučeni odnos tačnosti etalonske opreme i merila je 1 : 3, te je za kontrolisanje tačnosti najpreciznijih brojila električne energije preporučena tačnost etalonske opreme 0,066 % i bolje.

4. EVALUACIJA REZULTATA U ODNOSU NA KOMPARATOR

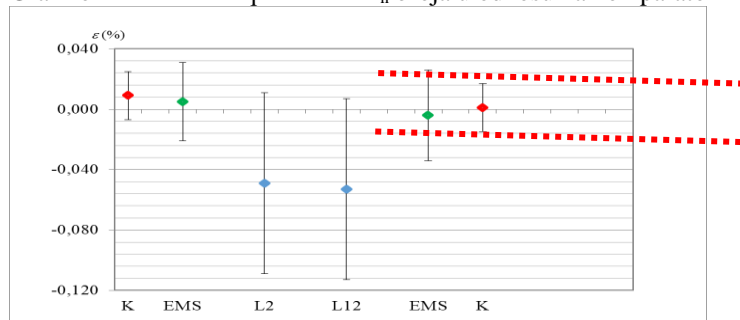
Izvan obima akreditacije, Elektromreža Srbije poseduje dodatnu etalonsku opremu - komparator. Komparator je precizni merni uređaj visoke preciznosti i dugotrajne stabilnosti, osnovne tačnosti 0,01 %, namenjen za etaloniranje etalon brojila električne energije. Za taj komparator Elektromreža Srbije ima sledljivost 1:1 u odnosu na nacionalni etalon električne energije Republike Srbije. U tom smislu, iskorištena je mogućnost "kontrolnog merenja" na komparatoru, pre početka i na kraju MLP – eksterne PT šeme.

U tabeli 1 su dati rezultati proračuna $|E_n|$ broja, laboratorija Elektrodistribucije Srbije (L2 i L12) u odnosu na usvojenu, dogovorenu, referentnu vrednost laboratorije Elektromreže Srbije i rezultati proračuna $|E_n|$ broja svih laboratorija aktera MLP – eksterne PT šeme, u odnosu na komparator, za jednu mernu tačku.

Tabela 1 - Rezultati proračuna $|E_n|$ broja, za jednu mernu tačku

	$ E_n $ broj u odnosu usvojenu, dogovorenu, referentnu vrednost laboratorije EMS	$ E_n $ broj u odnosu na komparator
Komparator (K)		
EMS		0,000
L2	0,757	0,854
L12	0,818	0,917
EMS		0,250
Komparator (K)		

Na grafikonu 4 su prikazani rezultati proračuna E_n broja u odnosu na komparator, za mernu tačku 1.

Grafikon 4 - Rezultati proračuna E_n broja u odnosu na komparator za mernu tačku 1

5. ZAKLJUČAK

Svakodnevno suočavanje sa zahtevima za pouzdano snabdevanje električnom energijom, energetska efikasnost i kvalitet električne energije, podrazumeva organizovani sistem praćenja svih procesa u lancu tokova električne energije, a njihovo sagledavanje i analiza sa aspekta različitih kvantitativnih i kvalitativnih parametara, stvara uslove za preduzimanje odgovarajućih mera i aktivnosti.

Povećanje efikasnosti zahteva razvoj infrastrukture koja podrazumeva odgovarajuću tačnost i pouzdanost merenja. Razvoj postojećih i primena novih tehnologija treba da omogući ostvarivanje ovih ciljeva.

Zbog osiguranja pravične razmene električne energije, sistem mora da poseduje adekvatan proces autorizacije za svaku zainteresovanu stranu, koji osigurava da samo odgovorna lica imaju pristup specifičnim podacima i funkcionalnim parametrima. Ispunjavanjem propisanih zahteva za brojila električne energije trebalo bi da se obezbedi visok nivo zaštite, a ocenjivanjem usaglašenosti brojila električne energije trebalo bi da se obezbedi visok nivo poverenja.

Ekvivalentnost rezultata merenja električne energije u laboratorijama Elektrodistribucije Srbije i u laboratoriji Elektromreže Srbije, potvrđena je MLP – eksternom PT šemom. Dodatna vrednost i posebna korist je evaluacija rezultata merenja električne energije u odnosu na komparator. U praksi, na mestima primopredaje električne energije iz prenosnog sistema Elektromreže Srbije u distributivni sistem Elektrodistribucije Srbije, potvrđena je verodostojnost rezultata merenja električne energije.

LITERATURA

- [1] SRPS ISO/IEC17043 Ocenjivanje usaglašenosti – Opšti zahtevi za ispitivanje osposobljenosti
- [2] ILAC-G13 ILAC Guidelines for the Requirements for the Competence of Providers of Proficiency Testing Schemes
- [3] T. Cincar-Vujović, I. Narančić, D. Radosavljević, A. Nikolić, Z. Maksimović, P. Deak „Bilateralno poređenje između Kontrolnog tela Elektrodistribucije Srbije i Nacionalne Metrološke Institucije”, XIII Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama, CIRED, od 12. do 16. septembra 2022. Kopaonik
- [4] Izveštaj o rezultatima međulaboratorijskog poređenja između Elektromreže Srbije i Elektrodistribucije Srbije – eksterna PT šema, Sektor za kontrolisanje merila EE, Elektrodistribucija Srbije, januar 2023.