

Obezbeđenje validnosti rezultata ispitivanja nivoa snage smetnji ponavljanjem merenja

Aleksandar M. Kovačević, Nenad Munić, Veljko Nikolić, Ljubiša Tomić

Apstrakt—Akreditovana laboratorija mora da preispituje svoje rezultate ispitivanja radi obezbeđenja njihove validnosti. Jedan od načina je ponavljanje ispitivanja na poznatom uređaju. U radu je prikazano merenje nivoa snage smetnji na kuvalu za vodu. Pri tome, praćenje validnosti rezultata ispitivanja se obavlja u skladu sa utvrđenom procedurom.

Ključne reči—Validnost; merenje; snaga smetnji.

I. UVOD

AKREDITOVANA laboratorija mora da preispituje svoje rezultate ispitivanja radi obezbeđenja njihove validnosti. Pri tome, ona mora da ima proceduru za praćenje validnosti rezultata [1].

Ovo praćenje mora da se planira i preispituje i mora da obuhvati sledeće [1]:

- a) korišćenje referentnih materijala ili materijala za kontrolu kvaliteta;
- b) korišćenje alternativnih instrumenata koji su etalonirani i istog nivoa tačnosti tako da daju sledljive rezultate;
- c) funkcionalnu proveru merne opreme i opreme za ispitivanje;
- d) korišćenje etalona za proveru ili radnih etalona sa kontrolnim kartama, tamo gde je to primenljivo;
- e) međuprovere merne opreme;
- f) ponavljanje ispitivanja ili etaloniranja korišćenjem istih ili različitih metoda;
- g) ponovno ispitivanje ili etaloniranje predmeta koji se čuvaju;
- h) korelacija rezultata za različite karakteristike predmeta;
- i) preispitivanje rezultata o kojima se izveštava;
- j) međulaboratorijska poređenja;
- k) ispitivanje slepih uzoraka.

Pri tome, svaka laboratorija obuhvata ono što joj je odgovarajuće.

Odeljenje za elektromagnetsku kompatibilnost i uticaje okoline je akreditovano u oblasti ispitivanja elektromagnetske kompatibilnosti (u daljem tekstu Odeljenje za EMC i uticaje okoline) u okviru Centra za ispitivanje proizvoda, Tehnički opitni centar, Generalštab Vojske Srbije, Vojvode Stepe 445, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: nenadmunic@yahoo.com; veljkozmaaj@yahoo.com). Ljubiša Tomić – Vojnotehnički institut, Ratka Resanovića 1, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: ljubisa.tomic@gmail.com).

Aleksandar M. Kovačević – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, Svetog Save 65, 32000 Čačak, Srbija (e-mail: aleksandar.kovacevic@ftn.kg.ac.rs). Nenad Munić, Veljko Nikolić – Tehnički opitni centar, Generalštab Vojske Srbije, Vojvode Stepe 445, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: nenadmunic@yahoo.com; veljkozmaaj@yahoo.com). Ljubiša Tomić – Vojnotehnički institut, Ratka Resanovića 1, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: ljubisa.tomic@gmail.com).

i uticaje okoline u sklopu obezbeđenja validnosti rezultata ispitivanja redovno vrši sledeće aktivnosti: funkcionalnu proveru merne opreme i opreme za ispitivanje, međuprovere ključne merne opreme, ponavljanje ispitivanja korišćenjem istih metoda, ponovno ispitivanje predmeta koji se čuvaju, preispitivanje rezultata o kojima se izveštava, međulaboratorijsko poređenje. U tu svrhu, u TOC-u je izrađen dokument Uputstvo za obezbeđenje poverenja u kvalitet rezultata ispitivanja [3], a u skladu sa standardom SRPS ISO/IEC 17025:2017 [1]. Neke od navedenih aktivnosti (međulaboratorijsko poređenje, međuprovere ključne merne opreme) su i prezentovane na nacionalnim naučnim skupovima [4, 5].

U ovom radu je prikazano ponavljanje merenja nivoa snage smetnji na kuvalu za vodu (aparatus za domaćinstvo), koja su realizovana 2017. i 2018. godine, respektivno. Merenja nivoa snage smetnji su obavljena na mrežnom vodu (niskonaponska elektroenergetska mreža) prema standardu SRPS EN 55014-1:2010/A1:2010/A2:2012 [6, 7, 8] i SRPS EN 55014-1:2017 [9].

Cilj ponavljanja ispitivanja (merenje nivoa snage smetnji) na poznatom uređaju je da, na osnovu analize dobijenih rezultata i zadatog kriterijumima, Odeljenje za EMC i uticaje okoline obezbedi njihovu validnost. Naime, podaci dobijeni na osnovu ove analize se koriste za upravljanje i poboljšavanje aktivnosti Odeljenja za EMC i uticaje okoline. Ukoliko se nađe da su rezultati analiza dobijenih podataka izvan prethodno definisanih kriterijuma, mora da se preduzima odgovarajuća mera kako bi se sprečilo da se izveštava o netačnim rezultatima [1].

II. USLOVI ISPITIVANJA

Merenje nivoa snage smetnji je vršeno na mrežnom vodu kuvala za vodu prema standardu [6, 7, 8, 9]. Tip kuvala za vodu je FA-5428-2, proizvođača „TZS FIRST Austria“, ser.br. SP-3711, 220 V, 50 Hz, 2200 W.

Kuvalo za vodu je postavljeno na ugao drvenog (neprovodnog) stola da bi apsorpciona klešta bila što bliže drvenoj klupi (Sl. 1). Pri tome, mrežni vod uređaja je bio priključen na pravolinijski deo mrežnog voda, kako bi se u svakom trenutku omogućilo pomeranje apsorpcionih klešta (Sl. 2).

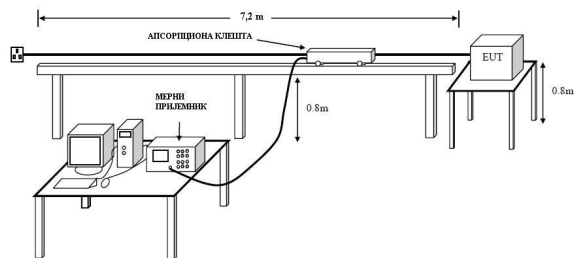
Apsorpciona klešta su bila postavljena oko voda tako da je merena veličina srazmerna snazi smetnji na vodu [6, 7, 8, 9, 10]. Da bi se mogli porediti rezultati merenja, nije vršeno menjanje mernog položaja apsorpcionih klešta, tj. obeležen

je položaj klešta u odnosu na pravolinijski deo mrežnog voda.



Sl. 1. Povezivanje kuvala za vodu na pravolinijski deo mrežnog voda.

Pre početka merenja snage smetnji izvršena je kontrola smetnji okoline kada je uređaj isključen (nivo smetnji ambijenta).



Sl. 2. Merenje snage smetnji na mrežnom vodu.

Merenje nivoa snage smetnji je vršeno na mrežnom vodu u frekventijskom opsegu od 30 MHz do 300 MHz, na 3 izabrane frekvencije, iz 3 frekventijska podopsega (30 MHz do 100 MHz, 100 MHz do 200 MHz, 200 MHz do 300 MHz), respektivno, kako je propisano standardima [6, 7, 8, 9, 10].

Na početku merenja se prvo vrši pretraživanje ili prebrisavanje celokupnog opsega (prvo merenje), za šta se koristi vršni – Pk detektor analizatora spektra [6, 7, 8, 9]. Zatim se za svaku navedenu frekvenciju (odnosno za definisani podopseg oko nje) izvrši drugo merenje sa sva tri detektora analizatora spektra (vršni – Pk detektor, kvazivršni – QP detektor, detektor srednje vrednosti – AVG detektor).

Pri tome, kuvalo za vodu je bilo u radu (grejalo je vodu).

Za navedena merenja korišćena su sledeća merna sredstva i oprema:

- EMC analizator spektra E7402A, „AGILENT“, od 100 Hz do 3 GHz,
- Apsorpciona klešta AMZ 41A, Teseq, od 30 MHz do 1 GHz,

- Stoni računar ASUS sa aplikacijom za automatizaciju merenja (EMC Measurement Application E7415A);
- BNC kabl, Teseq,
- Kabl RG-214/U.

Pri tome, karakteristike merne opreme zadovoljavaju propisane standarde [11, 12].

Uslovi okoline:

- temperatura okoline: $21\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- relativna vlažnost vazduha: $65\% \pm 15\%$.

III. KRITERIJUM ZA OCENU REZULTATA MERENJA

Za ocenu rezultata merenja korišćena je sledeća formula:

$$|X_2 - X_1| \leq U_m - \text{zadovoljavajući (prihvatljiv) rezultat} \quad (1)$$

gde su:

X_1 – izmereni nivo snage smetnji (dBpW), 2017. godine,

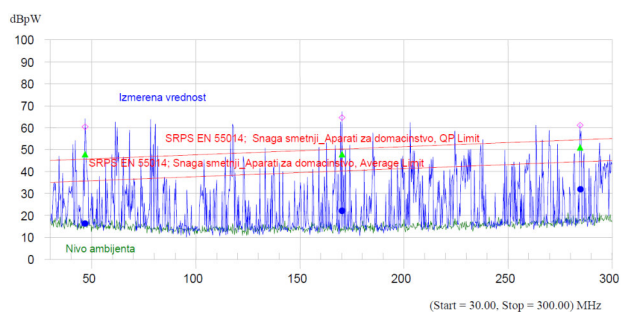
X_2 – izmereni nivo snage smetnji (dBpW), 2018. godine,

U_m – proširena merna nesigurnost merenja nivoa snage smetnji (za faktor proširenja ili prekrivanja $k = 2$).

Kao kriterijum za ocenu validnosti ponovljenih rezultata merenja uzeta je zadovoljenost (1). Naime, ukoliko je zadovoljenost (1) ispunjena, tj. razlika u dobijenim vrednostima je u granicama merne nesigurnosti, smatra se da je obezbeđena validnost rezultata merenja, pa nema potrebe za korektivnim merama. U suprotnom, potrebno je uvesti korektivne mere (npr. vanredno etaloniranje merne opreme i sl.).

IV. REZULTATI MERENJA

Grafički prikaz rezultata merenja nivoa snage smetnji na mrežnom vodu (2018) je dat na Sl. 3.



Sl. 3. Grafički prikaz rezultata merenja nivoa snage smetnji na mrežnom vodu (2018).

Prvo je izvršeno pretraživanje ili prebrisavanje celokupnog opsega (prvo merenje) sa Pk detektorom analizatora spektra. Zatim se za svaku navedenu frekvenciju (odnosno za definisani podopseg oko nje) izvrši drugo merenje sa sva tri detektora analizatora spektra (Pk detektor, vrednosti na grafiku su označene rombićima; QP detektor, vrednosti na

grafiku su označene trouglićima; AVG detektor, vrednosti na grafiku su označene kružićima).

Brojčane vrednosti su date u Tabeli 1 (2017) i Tabeli 2 (2018), respektivno.

TABELA I
REZULTATI MERENJA NIVOA SNAGE SMETNJI (2017)

| f (MHz) | Detektor | X_1 (dBpW) |
|--------------|----------|-----------------|
| 46 | Pk | 57,5 |
| | QP | 48,9 |
| | AVG | 17,0 |
| 170 | Pk | 66,4 |
| | QP | 48,6 |
| | AVG | 24,5 |
| 284 | Pk | 64,5 |
| | QP | 53,1 |
| | AVG | 33,7 |

TABELA II
REZULTATI MERENJA NIVOA SNAGE SMETNJI (2018)

| f (MHz) | Detektor | X_2 (dBpW) |
|--------------|----------|-----------------|
| 46 | Pk | 60,5 |
| | QP | 47,9 |
| | AVG | 15,9 |
| 170 | Pk | 64,4 |
| | QP | 47,6 |
| | AVG | 22,8 |
| 284 | Pk | 61,0 |
| | QP | 50,1 |
| | AVG | 30,7 |

Proširena merna nesigurnost, U_m , za merenje nivoa snage smetnji ($k = 2$) iznosi 4,183 dB (u radu je usvojena vrednost od 4,2 dB). Pri tome, obračun merne nesigurnosti za snagu smetnji dat je detaljno u internoj Proceduri za određivanje merne nesigurnosti kod ispitivanja EMC [13].

Na osnovu dobijenih rezultata (Tabela 1 i Tabela 2) i postavljenog kriterijuma formirana je Tabela 3.

TABELA III
VALIDNOST REZULTATA MERENJA NIVOA SNAGE SMETNJI

| f (MHz) | Detektor | X_1 (dBpW) | X_2 (dBpW) | $ X_2 - X_1 $ (dB) | U_m (dB) | $ X_2 - X_1 \leq U_m$ |
|--------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------------|---------------|------------------------|
| 46 | Pk | 57,5 | 60,5 | 3,0 | 4,2 | Da |
| | QP | 48,9 | 47,9 | 1,0 | 4,2 | Da |
| | AVG | 17,0 | 15,9 | 1,1 | 4,2 | Da |
| 170 | Pk | 66,4 | 64,4 | 2,0 | 4,2 | Da |
| | QP | 48,6 | 47,6 | 1,0 | 4,2 | Da |
| | AVG | 24,5 | 22,8 | 1,7 | 4,2 | Da |
| 284 | Pk | 64,5 | 61,0 | 3,5 | 4,2 | Da |
| | QP | 53,1 | 50,1 | 3,0 | 4,2 | Da |
| | AVG | 33,7 | 30,7 | 3,0 | 4,2 | Da |

Iz Tabele 3 se vidi da je zadovoljenost (1) ispunjena.

Na osnovu svega, utvrđeno je da je razlika u dobijenim vrednostima u granicama merne nesigurnosti, tako da je

obezbeđena validnost rezultata merenja, pa nema potrebe za korektivnim merama.

V. ZAKLJUČAK

Odeljenje za elektromagnetsku kompatibilnost i uticaje okoline iz Tehničkog opitnog centra iz Beograda, koje je akreditovano u oblasti ispitivanja elektromagnetske kompatibilnosti (EMC), svake godine vrši praćenje validnosti rezultata ispitivanja, koje se obavlja u skladu sa utvrđenom procedurom [3].

Ponavljanje ispitivanja na poznatom uređaju je jedan od postupaka za praćenje validnosti rezultata. Pri tome, cilj ponavljanja ispitivanja (merenje nivoa snage smetnji) na poznatom uređaju (kuvalo za vodu) je da, na osnovu analize dobijenih rezultata i zadatog kriterijumima, Odeljenje za EMC i uticaje okoline obezbedi njihovu validnost.

U ovom radu je prikazano ponavljanje merenja nivoa snage smetnji na kuvalu za vodu (aparatus za domaćinstvo), koja su realizovana 2017. i 2018. godine, respektivno. Merenja nivoa snage smetnji su obavljena na mrežnom vodu (niskonaponska elektroenergetska mreža) prema standardima [6, 7, 8, 9]. Kao kriterijum za ocenu validnosti ponovljenih rezultata merenja uzeta je zadovoljenost (1), tj. da razlika u dobijenim vrednostima bude u granicama merne nesigurnosti.

Kako je utvrđeno da je razlika u dobijenim vrednostima u granicama merne nesigurnosti, to je obezbeđena validnost rezultata merenja, pa nema potrebe za korektivnim merama.

LITERATURA

- [1] *Opšti zahtevi za kompetentnost laboratorija za ispitivanje i laboratorija za etaloniranje*, SRPS ISO/IEC 17025, ISS, 2017.
- [2] <http://www.toc.vs.rs>.
- [3] *Uputstvo za obezbeđenje poverenja u kvalitet rezultata ispitivanja*, Interni dokument, TOC, 2005.
- [4] A. Kovačević, N. Munić, V. Nikolić, Lj. Tomić, I. Kostić, "Međulaboratorijsko poređenje merenja snage smetnji na mrežnom vodu", Zbornik radova 62. konferencije ETRAN-a, Palić, Srbija, str. 256-259, 11-14.06.2018.
- [5] A. Kovačević, N. Munić, V. Nikolić, Lj. Tomić, I. Kostić, "Međuprovera EMC analizatora spektra između dva etaloniranja", Zbornik radova 63. konferencije ETRAN-a, Srebno jezero, Srbija, str. 523-526, 03-06.06.2019.
- [6] *Elektromagnetska kompatibilnost – Zahtevi za aparate za domaćinstvo, električne alate i slične uređaje – Deo 1 : Emisija*, SRPS EN 55014-1, ISS, 2010.
- [7] *Elektromagnetska kompatibilnost – Zahtevi za aparate za domaćinstvo, električne alate i slične uređaje – Deo 1 : Emisija – Izmena 1*, SRPS EN 55014-1/A1, ISS, 2010.
- [8] *Elektromagnetska kompatibilnost – Zahtevi za aparate za domaćinstvo, električne alate i slične uređaje – Deo 1 : Emisija – Izmena 2*, SRPS EN 55014-1/A2, ISS, 2012.
- [9] *Elektromagnetska kompatibilnost – Zahtevi za aparate za domaćinstvo, električne alate i slične uređaje – Deo 1 : Emisija*, SRPS EN 55014-1, ISS, 2017.
- [10] *Specifikacija aparata i metoda za merenje radio-smetnji i imunosti – Deo 2-2: Metode merenja smetnji i imunosti – Merenje snage smetnje*, SRPS EN 55016-2-2, ISS, 2012.
- [11] *Specifikacija aparata i metoda za merenje radio-smetnji i imunosti – Deo 1-1: Aparati za merenje radio-smetnji i imunosti – Merni aparati*, SRPS EN 55016-1-1:2011/A1:2012/A2:2015, ISS.
- [12] *Specifikacija aparata i metoda za merenje radio-smetnji i imunosti – Deo 1-3: Aparati za merenje radio-smetnji i imunosti – Pomoćna oprema – Snaga smetnji*, SRPS EN 55016-1-3:2011/A1:2017, ISS.
- [13] *Procedura za određivanje merne nesigurnosti kod ispitivanja EMC*, Interni dokument, TOC, 2018.

ABSTRACT

An accredited laboratory shall review its test results to ensure their validity. One way is to repeat the test on a known device. The paper presents the measurement of disturbance power levels on an electric kettle. In addition, the monitoring of the validity of test results is performed in accordance to a defined procedure.

Ensuring the validity of test results of disturbance power levels by repeating the measurement

Aleksandar M. Kovačević, Nenad Munić,
Veljko Nikolić, Ljubiša Tomić