

Cjelovit mjerni rezultat

Z. GODEC

Elektrotehnički fakultet Osijek, Osijek
Faculty of electrical engineering, Osijek, Croatia
Končar-Institut za elektrotehniku, Zagreb
Končar-Electrotechnical institute, Zagreb, Croatia

Izlaganje sa savjetovanja
Conference paper
UDK 53.008:621.317

Ključne riječi:

Ispitivališta
Mjerna nesigurnost
Mjerni rezultat
Standardna nesigurnost
Umjeravališta

Key words:

Testing laboratories
Measurement uncertainty
Measurement result
Standard uncertainty
Calibrating laboratories

Ukratko su opisane osnovne značajke ispravnog i cjelovitog iskazivanja mjernih rezultata. Ukazano je na potrebu izrade priručnika koji bi olakšao primjenu novog načina iskazivanja mjernih rezultata i procjenjivanja mjerne nesigurnosti. Predloženo je da se već u srednjoškolskoj nastavi objasne pojmovi cjelovit mjerni rezultat i standardna mjerna nesigurnost, a da se u visokoškolskim ustanovama poučava o metodama procjene mjerne nesigurnosti i odlučivanja na temelju cjelovitog mjernog rezultata.

COMPLETE MEASUREMENT RESULT

Basic characteristics of correct and complete expression of measurement results are specified. It is pointed to the need of appropriate guide for more easy use of a new way of expression of measurement results and assessment of measurement uncertainty. In secondary schools the concept of complete measurement result and measurement uncertainty should be explained, and in high schools the methods of assessment of measurement uncertainty and of decision making on the basis of complete measurement result should be taught.

1. UVOD

Novi način iskazivanja mjernih rezultata još je uvijek nedovoljno poznat i rijetko primjenjivan. Ukratko su izložene značajke ispravnog i cjelovitog iskazivanja mjernih rezultata.

2. CJELOVIT MJERNI REZULTAT

Da bi mjerni rezultat bio prihvaćen i priznat, mora biti sljediv [1]. To znači da se mjerni rezultat slijedom neprekinutoga lanca dokumentiranih usporedbi

*Prikaz izlaganja s 3. multidisciplinarnе konferencije "Tehničke znanosti za hrvatsko gospodarstvo: Spojivost i infrastruktura", Akademija tehničkih znanosti Hrvatske i Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 1997.

poznate mjerne nesigurnosti može dovesti u vezu s odgovarajućim primarnim etalonom ili prirodnom stalnicom čiju je vrijednost preporučila Generalna konferencija za mjere i utege [2].

Mjerni rezultat bez iskaza mjerne nesigurnosti nije sljediv, pa stoga nije cjelovit (krnj je), te ne može poslužiti ni kao osnova za donošenje zaključka ili odluke na poznatoj razini rizika.

Cjelovit mjerni rezultat se sastoji od najbolje aproksimacije mjerene veličine (M), mjerne nesigurnosti u i mjerne jedinice $[M]$ (sl. 1).

Cjelovit mjerni rezultat je u stvari raspon vrijednosti:

$$M = \{M \pm u\} \times [M] \quad (1)$$



Sl. 1. Cjelovit mjerni rezultat

Prema preporukama Međunarodne organizacije za normizaciju (ISO) [3] mjerna se nesigurnost iskazuje standardnim odstupanjem i to zaokružena na dvije značajne znamenke. Vrijednost mjernog rezultata se zaokružuje na razini mjesne vrijednosti zadnje znamenke nesigurnosti.

Primjerice, ako je istosmjerni napon izmjeren s nesigurnošću od 0,065 %, onda se mjerni rezultat iskazuje ovako:

$$U = (12,0450 \pm 0,0078) \text{ V ili}$$

$$U = 12,0450(1 \pm 0,065 \%) \text{ V, odnosno}$$

$$U = (12,04 \pm 0,11) \text{ V ili}$$

$$U = 12,04(1 \pm 0,91 \%) \text{ V - ako je napon izmjeren s nesigurnošću 0,11 V.}$$

Međurezultate treba iskazivati s jednom ili dvije znamenke više.

Mjernu nesigurnost mjernih rezultata ne samo da moraju iskazivati umjerni laboratoriji (umjeravališta) nego i ispitni laboratoriji (ispitivališta). Mjerna nesigurnost je osnovna karika u lancu sljedivosti i nužna informacija za donošenje odluka (na temelju mjernog rezultata).

Kako procijeniti mjernu nesigurnost mjernog rezultata?

Načela i osnovna pravila o procjeni mjerne nesigurnosti su dana u [3]. Međutim, za svakodnevno rutinsko procjenjivanje mjerne nesigurnosti, mjeritelju nisu dovoljna samo načela, nego i detaljnija razrada pravila – neka vrsta "kuharice". Na našem jeziku takvu "kuharicu" nemamo, no kao djelići buduće "kuharice" mogli bi poslužiti tekstovi [4, 5, 6], u kojima je prikazano kako se iz ponovljenih mjerenja određuje nesigurnost A tipa i kako se procjenjuje nesigurnost B tipa iz graničnih pogrešaka, statističkih graničnih pogrešaka, sigurnih graničnih pogrešaka, vjerojatnih pogrešaka, proširene nesigurnosti, granične ponovljivosti, granične obnovljivosti, intervala pouzdanosti itd..

Mjerna se nesigurnost, prema [3], iskazuje standardnim odstupanjem. Tako iskazana nesigurnost se naziva standardna nesigurnost, ili kraće, nesigurnost.

Osim iskazivanja nesigurnosti standardnim odstupanjem ($k = 1$), dopušta se i iskazivanje višekratnikom standardnog odstupanja ($k > 1$).

Kada se mjerna nesigurnost iskazuje višekratnikom standardne nesigurnosti, naziva se proširena mjerna nesigurnost.

Da bi se izbjegli nesporazumi, uz podatak o proširenoj mjernoj nesigurnosti obavezno se mora navesti i faktor proširenja k kojim se standardna nesigurnost množi.

Danas se mjerna nesigurnost više ne iskazuje intervalom pouzdanosti, jer znatno komplicira procjenu složene nesigurnosti [7].

Umjeravališta obično iskazuju mjerni rezultat s proširenom mjernom nesigurnošću s faktorom proširenja jednakim dva ($k = 2$) [8, 9], dok se nesigurnost fizikalnih stalnica (konstanti), te mjernih rezultata temeljnih mjeriteljskih istraživanja i međunarodnih usporedbi iskazuje standardnom nesigurnošću ($k = 1$). Takva je dvojnost iskaza mjerne nesigurnosti neopravdana, zbunjujuća, te moguć uzrok nesporazumima. Zato je bolje sve mjerne rezultate iskazivati standardnom mjernom nesigurnošću [7].

Kvaliteta mjernog rezultata se iskazuje mjernom nesigurnošću, a kvaliteta mjerila graničnim pogreškama ("točnošću").

3. ZAKLJUČAK

Novi način iskazivanja mjernih rezultata još uvijek nije dovoljno poznat, pa u srednješkolskom obrazovanju treba objasniti pojmove cjelovit mjerni rezultat i mjerna nesigurnost, a na fakultetima više vremena odvojiti na metode procjenjivanja mjerne nesigurnosti i pravila odlučivanja na temelju cjelovitog mjernog rezultata.

Cjelovit mjerni rezultat moraju iskazivati ne samo umjerni laboratoriji nego i ispitni laboratoriji. Jedino cjelovit mjerni rezultat omogućuje donošenje zaključka ili odluke na poznatoj razini rizika. Izrada priručnika s detaljnom razradom pravila o procjeni mjerne nesigurnosti i iskazivanju cjelovitog mjernog rezultata olakšala bi i ubrzala primjenu ispravnog iskazivanja mjernih rezultata.

LITERATURA

- [1] ISO 9001 (1994): Quality system – Model for quality assurance in design/development, production, installation and servicing
- [2] Draft revision of ISO/IEC Guide 25: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, 4th edition, 1997.
- [3] Guide to the expression of uncertainty in measurement, ISBN 92-67-10188-9, International Organization of standardization, 1993. Prijevod: Upute za iskazivanje mjerne nesigurnosti, DZNM, 1995.
- [4] Godec Z.: Iskazivanje mjernog rezultata, Graphis, Zagreb, 1995.
- [5] Godec Z.: Točnost, ispravnost, preciznost, pogreška i nesigurnost mjernog rezultata, Energija 44(1995)5–6, 231–237, te 45(1996)2, 54
- [6] Godec Z.: Zaokruživanje mjernog rezultata, Strojstvo 37(1995)5–6, 213–215

- [7] Godec Z.: Standard uncertainty in each measurement result, explicit or implicit, Measurement 20(1997)2, 97-101
 - [8] WECC (Western European Calibration Cooperation) Doc. 19 - 1990: Guidelines for expression of the uncertainty of measurement in calibration
 - [9] Taylor B. N., Kuyatt C. E.: Guidelines for evaluating and expressing the uncertainty of NIST measurement results, NIST Technical Note 1297, 1994.
-

Adresa autora:

Prof. dr. sc. Zdenko Godec, dipl. ing.
Elektrotehnički fakultet Osijek
Kneza Trpimira 2b, 31000 OSIJEK
Končar-Institut za elektrotehniku
Baštijanova bb, 10001 ZAGREB

Uredništvo primilo rukopis: 1998-10-18