

Dražen Barukčić  
KONČAR – Institut za elektrotehniku d.d., Zagreb  
[drazen.barukcic@koncar-institut.hr](mailto:drazen.barukcic@koncar-institut.hr)

Ivan Periša  
HEP – ODS d.o.o., Zagreb  
[ivan.perisa@hep.hr](mailto:ivan.perisa@hep.hr)

Ante Pavić  
HEP – ODS d.o.o., Zagreb  
[ante.pavic@hep.hr](mailto:ante.pavic@hep.hr)

Mate Lasić  
KONČAR – Institut za elektrotehniku d.d., Zagreb  
[mate.lasic@koncar-institut.hr](mailto:mate.lasic@koncar-institut.hr)

## OSVRT NA NOVO IZDANJE NORME EN50160 IZ 2010. GODINE

### SAŽETAK

HRN EN50160:2008 definira i opisuje bitne značajke napona na mjestu predaje električne energije korisniku mreže u javnim niskonaponskim i srednjenaponskim mrežama, pri normalnim pogonskim uvjetima. Navedena norma prihvaćena je kao hrvatska norma 2008. godine prema izvorniku iz 2007. godine (EN 50160:2007).

2010. godine izašlo je novo izdanje navedene norme – EN50160:2010 koja u Hrvatskoj još nije prihvaćena, a čije prihvaćanje se uskoro očekuje.

U ovome radu prikazat će se presijek dvaju izdanja normi te istaknuti razlike koje nova norma donosi u odnosu na sadašnju HRN EN50160:2008.

**Ključne riječi:** kvaliteta napona, HRN EN50160:2008

## REVIEW OF NEW EDITION OF EN50160 FROM 2010. YEAR

### SUMMARY

HRN EN50160: 2008 defines and describes the essential features of voltage characteristics at point of common coupling in public low-voltage and medium voltage, at normal operating conditions. The above norm is accepted as the Croatian norm 2008th year according to the original from 2007th year (EN 50160:2007).

2010th The new edition was published in the above standards - EN50160: 2010 which has not yet accepted, and whose adoption is expected soon.

This paper will outline the intersection of two editions of the standards and emphasize the differences that brings new standards in relation to the current HRN EN50160: 2008

**Key words:** voltage quality, HRN EN50160: 2008

### 1. UVOD

Kvaliteta električne energije jedan je od bitnih parametara proizvoda kojeg nazivamo električnom energijom. Poželjno je da električna energija koja se isporučuje korisnicima bude konstantne frekvencije, idealnog sinusoidalnog oblika i konstantnog iznosa napona. Činjenica je da u praksi postoje mnogi faktori koji su uzrok odstupanja od navedenog.

Norma HRN EN5160:2008 definira i opisuje značajke opskrbnog napona u uvjetima normalnog pogona na mjestu predaje korisniku mreže u javnim niskonaponskim i srednjonaponskim mrežama. Ova norma prihvaćena je kao hrvatska norma (2008. godine) prema izvorniku iz 2007. godine (EN 50160:2007).

Novo izdanje norme – EN 50160:2010 donosi određene izmjene i promjene u odnosu na staro izdanje navedene norme. U Hrvatskoj se uskoro očekuje prihvaćanje novog izdanja norme i promjena koje ono donosi.

U nastavku ovoga rada dan je pregled norme EN 50160:2010 i istaknute su bitne razlike u odnosu na važeću normu.

## **2. OPĆENITO O NORMI EN 50160:2010**

Norma definira i opisuje značajke opskrbnog napona na mjestu predaje električne energije korniku u javnim niskonaponskim, srednjonaponskim i visokonaponskim mrežama, pri normalnim pogonskim uvjetima.

Ovom normom se definiraju, opisuju i specificiraju karakteristike opskrbnog napona glede:

- frekvencije
- iznosa
- valnog oblika
- simetrije napona faznih vodiča.

Osnovne razlike ovoga izdanja norme u odnosu na prošlo izdanje su:

- nova organizacija dokumenta u odnosu na grupiranje prema odredbama za događaje (events) i kontinuiranim pojavama (continuous phenomena)
- prilagodba nekih definicija i dodavanje nekih novih definicija
- dodane karakteristike napona u visokonaponskim mrežama.

Vezano za karakteristike napona u visokonaponskim mrežama, granične vrijednosti za harmonike napona i nesimetriju definirani su u obliku indikativnih vrijednosti. Trenutno su u provođenju razne ankete o mjerenjima u nekoliko europskih zemalja. Tek nakon relevantnih rezultata može se očekivati egzaktno definiranje navedenih graničnih vrijednosti.

Dakle, generalno gledano dokument je podijeljen prema naponskim razinama (niski, srednji i visoki napon). Za svaku naponsku razinu, odnosno karakteristike napona svake naponske razine dan je:

- općeniti opis
- odredbe za karakteristike napona
  - kontinuirane pojave (npr. odstupanje od nominalnih vrijednosti koje su prisutne konstantno)
  - naponski događaji (npr. nagla i značajna odstupanja od nominalnih vrijednosti koja su posljedica nepredvidivih događaja (npr. kvarovi))

Za naponske događaje (naponski propadi i prenaponi) dane su smjernice za detekciju i mjerenje, evaluaciju i klasifikaciju. Mjerenje, detekcija i evaluacija naponskih propada i prenapona (ukoliko se statistika prikuplja) trebaju biti sukladno EN 61000-4-30 koristeći kao referencu deklarirani napon  $U_c$ .

Klasifikacija naponskih propada i prenapona vrši se prema postotku preostalog napona (propadi), odnosno postotku prenapona i trajanju događaja u milisekundama.

### 3. KARAKTERISTIKE NISKOGR NAPONA

U ovome dijelu dane su karakteristike opskrbnog napona u niskonaponskim mrežama. Standardni nominalni napon za niskonaponske mreže je  $U_n=230\text{ V}$ .

Slijedeća tablica prikazuje granične vrijednosti parametara kvalitete opskrbnog napona u niskonaponskim (NN) mrežama.

Tablica I. Granične vrijednosti parametara kvalitete opskrbnog napona u NN mrežama

| Parametar                              | Granične vrijednosti                                                        | Mjerni i vrijednosni parametri |                        |                      |             |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|-------------|
|                                        |                                                                             | Osnovna veličina               | Interval usrednjavanja | Promatrano razdoblje | Granice (%) |
| Frekvencija                            | $50\text{ Hz} \pm 1\%$ (2%*)<br>$50\text{ Hz} +4\%/-6\%$<br>( $\pm 15\%$ *) | Prosječna vrijednost           | 10 s                   | 1 godina             | 99,5<br>100 |
| Spore promjene napona                  | $U_n \pm 10\%$<br>$U_n +10\%/-15\%$                                         | Efektivna vrijednost           | 10 min                 | 1 tjedan             | 95<br>100   |
| Brze promjene napona                   | 5%<br>Max 10%                                                               | Efektivna vrijednost           | 10 ms                  | 1 dan                | 100         |
| Flikeri                                | $P_{st}$<br>$Plt < 1$                                                       | Algoritam flikera              | 10 min<br>2 h          | 1 tjedan             | 95          |
| Nesimetrija napona                     | <2 %                                                                        | Efektivna vrijednost           | 10 min                 | 1 tjedan             | 95          |
| Harmonici napona                       | $THD \leq 8\%$<br>(tablica do 40. harm.)                                    | Efektivna vrijednost           | 10 min                 | 1 tjedan             | 95          |
| Interharmonici napona                  | Granice nisu još definirane                                                 |                                |                        |                      |             |
| Povremeni prenaponi mrežne frekvencije | <1,5 kV                                                                     | Efektivna vrijednost           | 10 ms                  | -                    | 100         |
| Signalni napon                         | Do 500 Hz: <9%<br>1-10 kHz: <5%                                             | Efektivna vrijednost           | 3 s                    | 1 dan                | 99          |

\* Kada nema interkonekcije

Tablica II. Granične vrijednosti pojedinačnih harmonika opskrbnog napona u NN mrežama

| Neparni harmonici      |                    |                   |                    | Parni harmonici |                     |
|------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| Nisu višekratnici od 3 |                    | Višekratnici od 3 |                    |                 |                     |
| Red h                  | Relativna aplituda | Red h             | Relativna aplituda | Red h           | Relativna amplituda |
| 5                      | 6,0 %              | 3                 | 5,0%               | 2               | 2,0 %               |
| 7                      | 5,0 %              | 9                 | 1,5 %              | 4               | 1,0%                |
| 11                     | 3,5 %              | 15                | 0,5 %              | 6... 24         | 0,5 %               |
| 13                     | 3,0 %              | 21                | 0,5 %              |                 |                     |
| 17                     | 2,0 %              |                   |                    |                 |                     |
| 19                     | 1,5 %              |                   |                    |                 |                     |
| 23                     | 1,5 %              |                   |                    |                 |                     |
| 25                     | 1,5 %              |                   |                    |                 |                     |

#### 4. KARAKTERISTIKE SREDNJEG NAPONA

U ovome dijelu dane su karakteristike opskrbnog napona u sredjenaponskim mrežama ( $1\text{kV} < U_n \leq 36\text{kV}$ ).

Slijedeća tablica prikazuje granične vrijednosti parametara kvalitete opskrbnog napona u sredjenaponskim (SN) mrežama.

Tablica III. Granične vrijednosti parametara kvalitete opskrbnog napona u SN mrežama

| Parametar                              | Granične vrijednosti                                                         | Mjerni i vrijednosni parametri |                        |                      |             |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|-------------|
|                                        |                                                                              | Osnovna veličina               | Interval usrednjavanja | Promatrano razdoblje | Granice (%) |
| Frekvencija                            | $50\text{ Hz} \pm 1\%$ (2%*)<br>$50\text{ Hz} + 4\%/-6\%$<br>( $\pm 15\%$ *) | Prosječna vrijednost           | 10 s                   | 1 godina             | 99,5<br>100 |
| Spore promjene napona                  | $U_n \pm 10\%$<br>$U_n \pm 15\%$                                             | Efektivna vrijednost           | 10 min                 | 1 tjedan             | 99%<br>100  |
| Brze promjene napona                   | 4%<br>Max 6%                                                                 | Efektivna vrijednost           | 10 ms                  | 1 dan                | 100         |
| Flikeri                                | $P_{st}$<br>$Plt < 1$                                                        | Algoritam flikera              | 10 min<br>2 h          | 1 tjedan             | 95          |
| Nesimetrija napona                     | $< 2\%$                                                                      | Efektivna vrijednost           | 10 min                 | 1 tjedan             | 95          |
| Harmonici napona                       | $THD \leq 8\%$<br>(tablica do 40. harm.)                                     | Efektivna vrijednost           | 10 min                 | 1 tjedan             | 95          |
| Interharmonici napona                  | Granice nisu još definirane                                                  |                                |                        |                      |             |
| Povremeni prenaponi mrežne frekvencije | 1,7 do 2,0 $U_n$                                                             | Efektivna vrijednost           | 10 ms                  | -                    | 100         |
| Signalni napon                         | Do 500 Hz: $< 9\%$<br>1-10 kHz: $< 5\%$                                      | Efektivna vrijednost           | 3 s                    | 1 dan                | 99          |

\* Kada nema interkonekcije

Tablica IV. Granične vrijednosti pojedinačnih harmonika opskrbnog napona u SN mrežama

| Neparni harmonici      |                    |                   |                    | Parni harmonici |                     |
|------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| Nisu višekratnici od 3 |                    | Višekratnici od 3 |                    |                 |                     |
| Red h                  | Relativna aplituda | Red h             | Relativna aplituda | Red h           | Relativna amplituda |
| 5                      | 6,0 %              | 3                 | 5,0%               | 2               | 2,0 %               |
| 7                      | 5,0 %              | 9                 | 1,5 %              | 4               | 1,0%                |
| 11                     | 3,5 %              | 15                | 0,5 %              | 6... 24         | 0,5 %               |
| 13                     | 3,0 %              | 21                | 0,5 %              |                 |                     |
| 17                     | 2,0 %              |                   |                    |                 |                     |
| 19                     | 1,5 %              |                   |                    |                 |                     |
| 23                     | 1,5 %              |                   |                    |                 |                     |
| 25                     | 1,5 %              |                   |                    |                 |                     |

Napomena: Granične vrijednosti za spore promjene napona su promijenjene u odnosu na izdanje norme iz 2007. godine.

## 5. KARAKTERISTIKE VISOKOG NAPONA

U ovome dijelu dane su karakteristike opskrbnog napona u visokonaponskim mrežama ( $36\text{kV} < U_n \leq 150\text{kV}$ ).

U odnosu na prošlo izdanje norme iz 2007. godine, karakteristike visokog napona potpuni su novitet.

Slijedeća tablica prikazuje granične vrijednosti parametara kvalitete opskrbnog napona u visokonaponskim mrežama. Vrijednosti dane za nesimetriju napona i harmonike napona su indikativne.

Tablica V. Granične vrijednosti parametara kvalitete opskrbnog napona u VN mrežama

| Parametar                              | Granične vrijednosti                                                        | Mjerni i vrijednosni parametri |                        |                      |             |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|-------------|
|                                        |                                                                             | Osnovna veličina               | Interval usrednjavanja | Promatrano razdoblje | Granice (%) |
| Frekvencija                            | $50\text{ Hz} \pm 1\%$ (2%*)<br>$50\text{ Hz} +4\%/-6\%$<br>( $\pm 15\%$ *) | Prosječna vrijednost           | 10 s                   | 1 godina             | 99,5<br>100 |
| Spore promjene napona                  | Nije definirano ovim standardom.                                            |                                |                        |                      |             |
| Brze promjene napona                   |                                                                             |                                |                        |                      |             |
| Flikeri                                | $P_{st}$<br>$P_{lt} < 1$                                                    | Algoritam flikera              | 10 min<br>2 h          | 1 tjedan             | 95          |
| Nesimetrija napona                     | $< 2\%$                                                                     | Efektivna vrijednost           | 10 min                 | 1 tjedan             | 95          |
| Harmonici napona                       | Iznos je još pod razmatranjem                                               | Efektivna vrijednost           | 10 min                 | 1 tjedan             | 95          |
| Interharmonici napona                  | Granice nisu definirane                                                     |                                |                        |                      |             |
| Povremeni prenaponi mrežne frekvencije | Nije definirano                                                             |                                |                        |                      |             |
| Signalni napon                         |                                                                             |                                |                        |                      |             |

\* Kada nema interkonekcije

Tablica VI. Granične vrijednosti parametara kvalitete opskrbnog napona u VN mrežama

| Neparni harmonici      |                    |                   |                    | Parni harmonici |                     |
|------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| Nisu višekratnici od 3 |                    | Višekratnici od 3 |                    |                 |                     |
| Red h                  | Relativna aplituda | Red h             | Relativna aplituda | Red h           | Relativna amplituda |
| 5                      | 5,0 %              | 3                 | 3,0%               | 2               | 1,9 %               |
| 7                      | 4,0 %              | 9                 | 1,3 %              | 4               | 1,0%                |
| 11                     | 3,0 %              | 15                | 0,5 %              | 6... 24         | 0,5 %               |
| 13                     | 2,5 %              | 21                | 0,5 %              |                 |                     |
| 17                     | u.r.               |                   |                    |                 |                     |
| 19                     | u.r.               |                   |                    |                 |                     |
| 23                     | u.r.               |                   |                    |                 |                     |
| 25                     | u.r.               |                   |                    |                 |                     |

u.r. – u razmatranju

## 6. ZAKLJUČAK

Održavanje propisane razine kvalitete napona u svakoj točki distribucijske mreže obveza je Operatora distribucijskog sustava koju operator provodi ograničavanjem negativnog povratnog utjecaja opreme svih korisnika na mrežu.

Kvaliteta napona u pojedinim točkama mreže ovisi o ukupnom međudjelovanju proizvodnih jedinica, prijenosnih i distribucijskih elemenata te trošila i opreme korisnika spojenih na elektroenergetsku mrežu, a opisana je, između ostalog, normom iz područja kvalitete napona EN50160.

U ovome radu opisana je norma EN50160:2010 koja treba uskoro zamijeniti važeću normu HRN EN50160:2008. sa svojim bitnim značajkama, razlikama i novostima u odnosu na staro izdanje.

Najveće novosti koje donosi norma EN50160:2010 su definiranje značajki napona za VN mreže, te promjena uvjeta i graničnih vrijednosti za spore promjene napona SN mreže.

#### **LITERATURA**

- [1] EN 50160:2007, Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks, CENELEC, September 2007
- [2] EN 50160:2010, Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks, CENELEC, July 2010