



# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

Marijan Mustač dipl.ing.el.

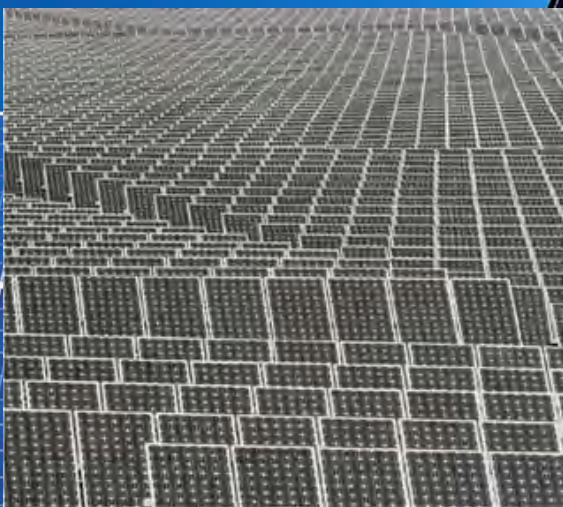
### Uvod :

Mjerenje KEE predstavlja skup različitih mjerenja parametara električnih veličina u električnim mrežama, trenutnih ili kroz određeno vrijeme, te uspoređivanja izmjerenih vrijednosti sa preporučenim ili graničnim vrijednostima datim normom, pravilnikom ili nekim drugim zakonskim aktom

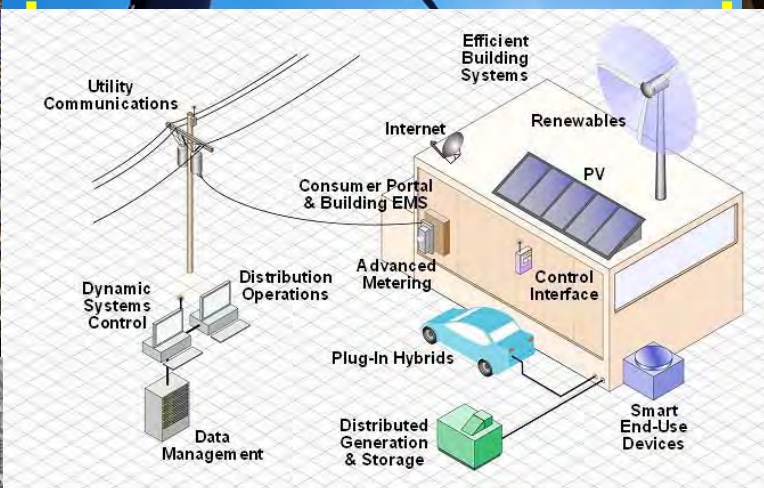




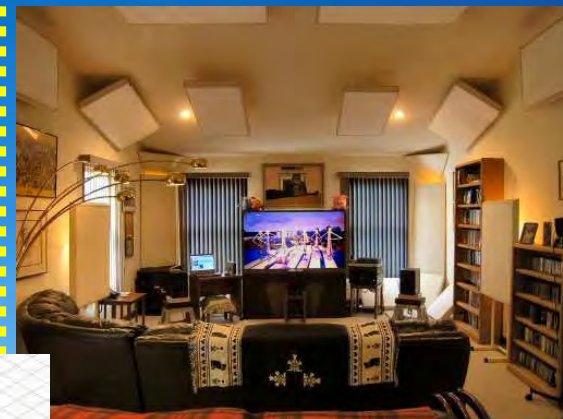
# Proizvođač



# Mreža

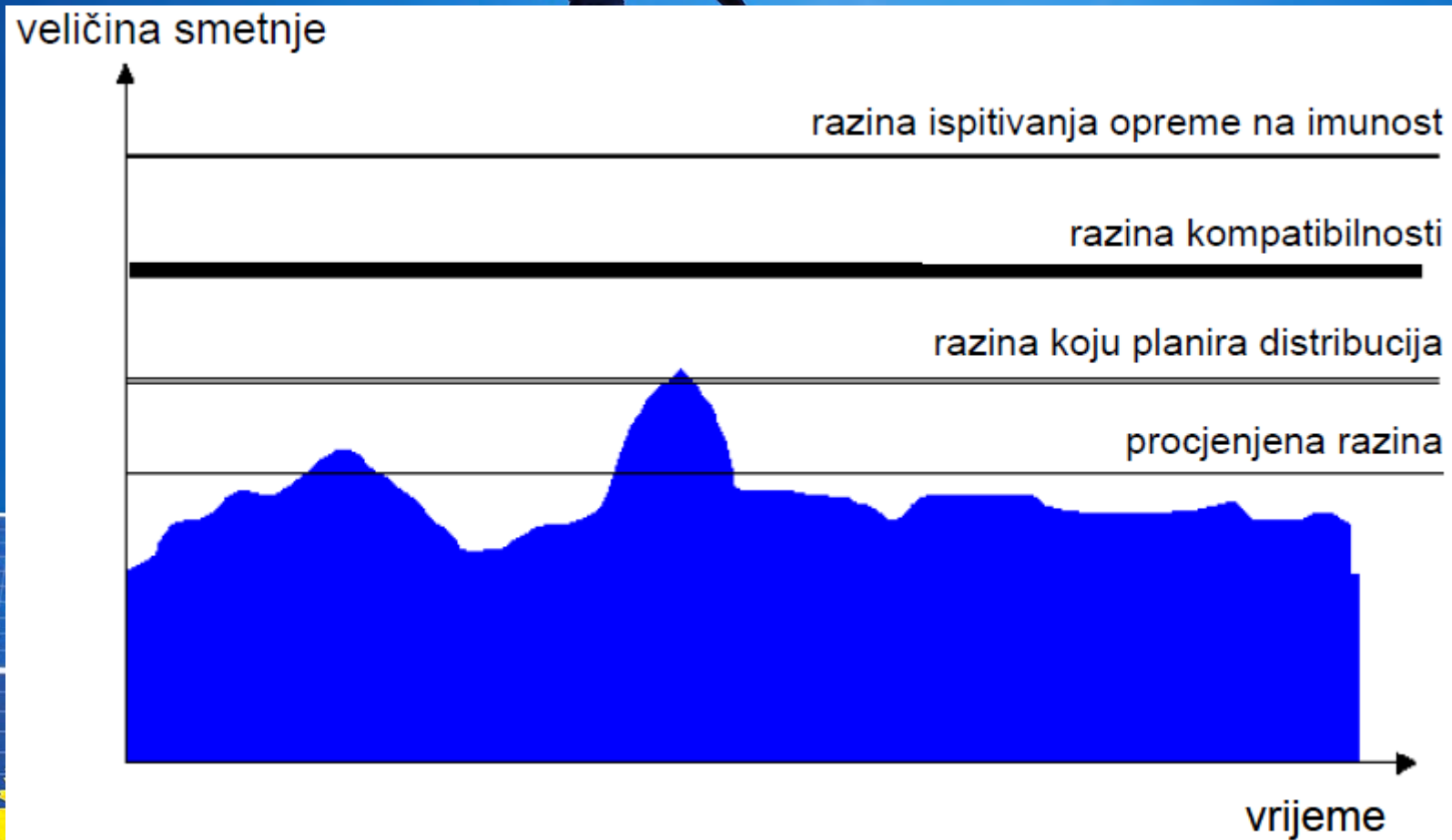


# Potrošač





## Princip određivanja graničnih vrijednosti tehničkih parametara kvalitete električne energije



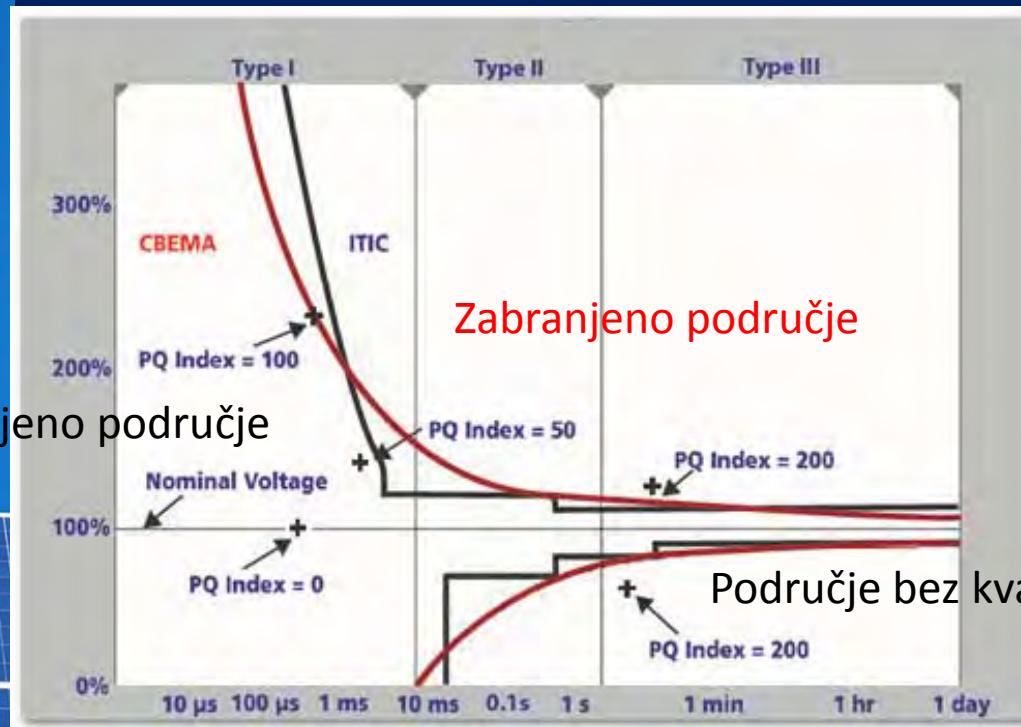
# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

## Princip određivanja graničnih vrijednosti tehničkih parametara kvalitete električne energije

**CBEMA**  
Computer  
Business  
Equipment  
Manufactur  
ers  
Association

Kolebanje napona • utjecaj na elektroničku opremu

**ITIC**  
Information  
Technology  
Industry  
Council



Dozvoljeno područje

Područje bez kvara/oštećenja



## Zakonodavstvo :

1. Opći uvjeti za opskrbu električne energije – NN 68/2001 ;177/2004 i 14/2006
2. Pravilnik o normiranim naponima za distribucijske niskonaponske električne mreže i električnu opremu (28/00)
3. Hrvatska norma: HRN EN 50160 – 2012
4. Mrežna pravila elektroenergetskog sustava (NN 36/06)
5. IEC 61000-4-30



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

Neki važniji termini:

(prema Općim uvjetima za opskrbu električne energije – NN 68/2001 ;177/2004 i 14/2006)

- Kvaliteta opskrbe električnom energijom određena je slijedećim parametrima: kvaliteta napona, pouzdanost napajanja i kvaliteta usluga korisnicima mreže na mjestu preuzimanja odnosno predaje električne energije

- Kvaliteta napona – stalnost fizikalnih značajki napona u odnosu na normirane vrijednosti (efektivna

Vrijednost napona, frekvencija, valni oblik, simetričnost faznih vrijednosti napona i dr.)





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

-Neki važniji termini - nastavak:

-(prema Općim uvjetima za opskrbu električne energije – NN 68/2001 ;177/2004 i 14/2006)

- Pouzdanost napajanja – sposobnost mreže da osigura stalnost napajanja električnom energijom u određenom vremenskom razdoblju, iskazana pokazateljima broja i trajanja prekida napajanja

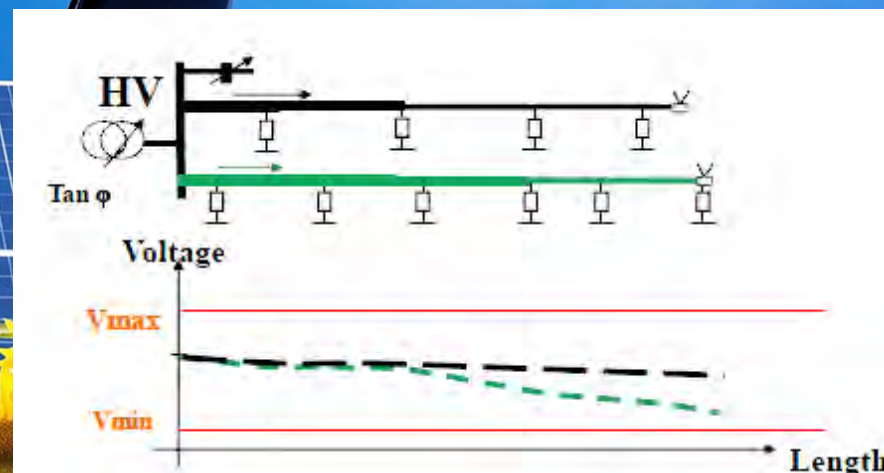
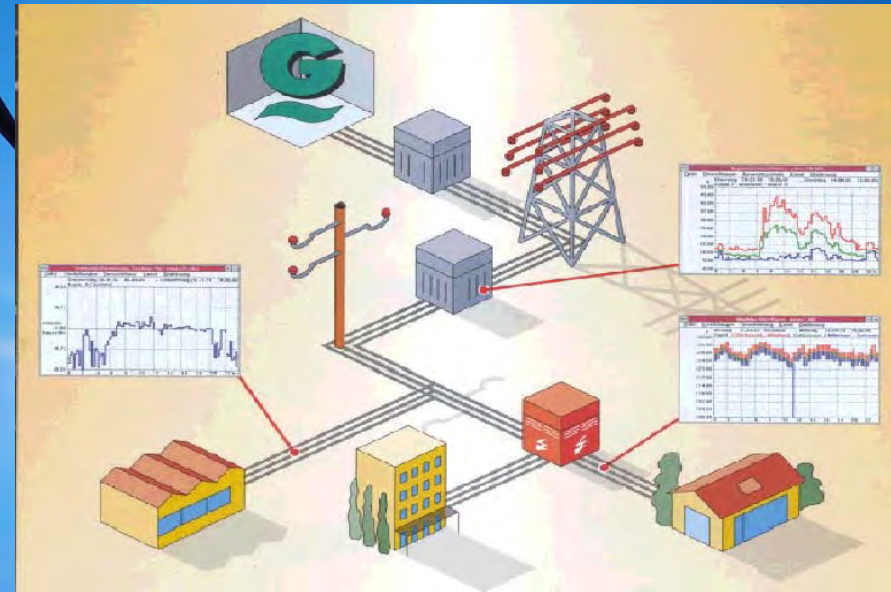
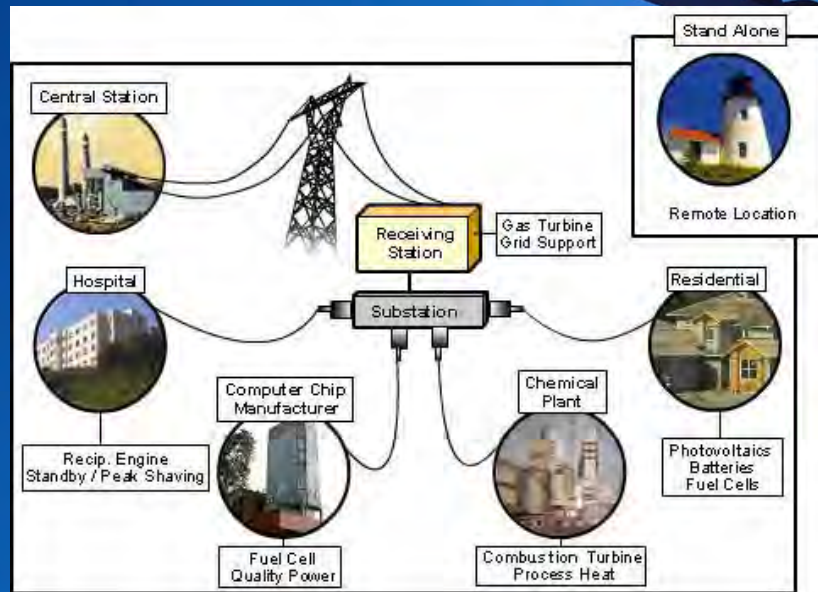
- Kvaliteta usluga – razina pružanja usluga propisanih Općim uvjetima koje je operator prijenosne mreže ili operator distribucijske mreže ili opskrbljivač dužan osigurati korisnicima mreže





# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

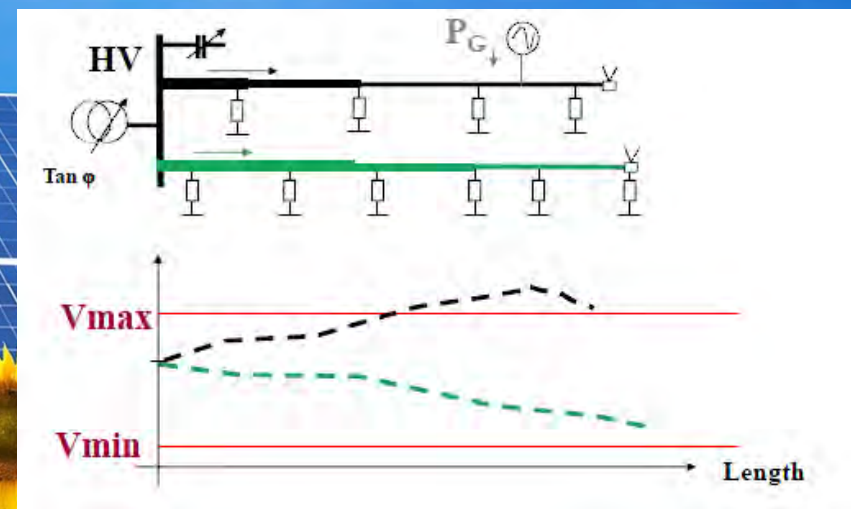
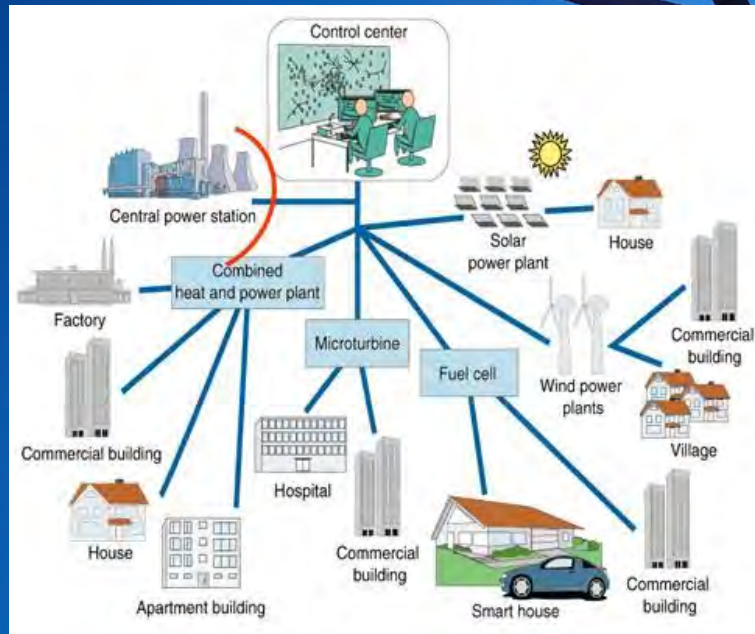
## Klasična distribucija EE





# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

## Suvremena distribucija EE





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

- Tijekom proteklih 5-10 godina, udio obnovljivih izvora EE mnogostruko se povećao
- El. mreža nije bila projektirana i predviđena za dvosmjerne tokove
- Većina tih izvora je spojena na SN, no vrlo veliki broj upravo sunčevih elektrana malih snaga (10, 30 kW) je spojen izravno na NN
- Samo u RH se prema nekim studijama planira gradnja 100.000 FNE snage 10kW (obiteljske kuće)
- Usljed dvosmjernog toka energije mogući su veliki problemi (zaštitni releji, kvaliteta el. En, ...)



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

-Neki važniji termini – nastavak 2:

(prema Općim uvjetima za opskrbu električne energije – NN 68/2001 ;177/2004 i 14/2006)

-Povratni utjecaj na mrežu – pogonsko stanje/događaj pri kojem pogonski događaji u elektroenergetskim objektima i instalacijama proizvođača ili kupca uzrokuju poremećaje i smetnje u mreži operatora prijenosnog sustava i/ili operatora distribucijskog sustava

- Smetnja – događaj ili pojava koja može uzrokovati odstupanja kvalitete napona veća od dopuštenih





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

- Zakonska regulativa kvalitetu električne energije većinom definirana preko kvalitete napona (tj. njegovim karakteristikama veličine, valnog oblika i frekvencije)

- Kvalitetu napona prema zakonskoj regulativi dužan je osigurati distributer električne energije – U RH to je HEP ODS (Operator distribucijskog sustava) d.o.o. preko svojeg 21 distribucijskog centra



Osnovni cilj / problematika: ograničavanje negativnog povratnog utjecaja opreme svih / promatrajući svakog korisnika zasebno na mrežu

Pod utjecajem opreme korisnika mreža je podložna većim ili manjim promjenama:

- Visine napona u mreži
- Kvalitete napona u mreži
- Snage kratkog spoja u mreži
- Gubitaka u mreži





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

Upravo zbog toga a kako bi mogli što točnije odrediti negativni povratni utjecaj FNE na distribucijsku mrežu u točki njezina priključenja normativni i zakonski akti definiraju parametre koje je potrebno mjeriti i uspoređivati.



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

Pravilnik o normiranim naponima za distribucijske niskonaponske električne mreže i električnu opremu (28/00):

-Opkrbni napon je efektivna veličina napona između faznih vodiča ili između faznog i neutralnog vodiča na opkrbnim stezaljkama.

-Opseg opkrbnog napona je opseg napona na opkrbnim stezaljkama.

- Normirane veličine nazivnog napona mreža su:

230 V između faznog i neutralnog vodiča i 400 V između faznih vodiča, za četverožilne trofazne mreže nazivne frekvencije 50 Hz.

U normalnim uvjetima mreže preporuča se da se opkrbni napon na opkrbnim stezaljkama ne treba razlikovati od nazivnog napona više od  $\pm 10\%$ .





Najvažniji normativni i zakonski akti koji predstavljaju osnovu za analizu negativnog povratnog utjecaja FNE na distribucijsku mrežu u točki njezina priključenja:

- 1. HRN EN 50160 – 2012**
- 2. Mrežna pravila elektroenergetskog sustava (NN 36/06)**



# Kvaliteta EE kod FN Elektrana



HZN

Hrvatski zavod za norme  
Croatian Standards Institute

## HRVATSKI NORMATIVNI DOKUMENT

OZNAKA:	HRN EN 50160:2012
Naslov (HR):	Naponske karakteristike električne energije iz javnih distribucijskih mreža (EN 50160:2010)
Naslov (EN):	Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks (EN 50160:2010)
Izdanje:	2
Oznaka faze:	<u>60_60</u>
ICS:	<u>29_020</u>
HZN TO/PO:	<u>TO E8</u> , Sustavski vidovi opskrbe električnom energijom
Službeno glasilo:	1/2012
Način prihvaćanja:	<u>pr</u>
Jezik:	<u>en</u>
Broj stranica:	35
Cjenovni razred:	<u>H</u>
Izvornik:	EN 50160:2010 (CENELEC)



## HRN EN 50160

Definira i opisuje bitne značajke i karakteristike razdjelnog napona na mjestu primopredaje potrošaču u javnim NN i SN mrežama pri normalnim pogonskim uvjetima



HRN NE 50160 ne vrijedi u uvjetima koji ne predstavljaju normalne pogonske uvjete kao što su npr.:

- Pogon nakon određenog kvara

- U slučaju privremene opskrbe, koja se primjenjuje u cilju daljnje opskrbe potrošača pri zahvatima održavanja i pri gradnji, te kako bi se na najmanju mjeru ograničili opseg i trajanje prekida opskrbe





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

-U slučajevima kad postrojenje odnosno aparat potrošača ne zadovoljavaju mjerodavne norme ili tehničke uvjete za priključak ili kad su prekoračene granične vrijednosti smetnja prenošenih vodovima

-U slučajevima kad neko postrojenje za proizvodnju ne zadovoljava mjerodavne norme ili tehničke uvjete za priključak na razdjelnu mrežu (npr. postrojenja za proizvodnju energije)



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

-u iznimnim prilikama na koje isporučitelj električne energije ne može utjecati , posebno kod:

- iznimnih vremenskih (ne)prilika ili prirodnih katastrofa
- smetnja koje su izazvale treće strane
- mjera javnih tijela ili tijela vlasti
- radnih sporova prema zakonskim odredbama više sile
- ograničenja kapaciteta opskrbe zbog izvanjskih utjecaja





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

- HRN EN 50160 se može u cijelosti ili djelomično nadomjestiti ugovorom (dogovorom) između pojedinog potrošača i isporučitelja električne energije
- Značajke opskrbnog napona opisane HRN EN 50160 nisu predviđene za uporabu kao razina elektromagnetske kompatibilnosti ili kao granične vrijednosti smetnja koje se iz postrojenja potrošača vodovima prenose u javne mreže već se one određuju posebnim propisima.



# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

HRN EN 50160 definira slijedeće parametre za određivanje kvalitete opskrbnog napona u mreži:

1. Frekvencija mrežnog napona
2. Veličina (Amplitud)a mrežnog napona
3. Spore promjene napona
4. Brze promjene napona
5. Treperenje napona (Fliker – engl. Flicker)
6. Propadi napona
7. Kratki prekidi opskrbnog napona
8. Dugi prekidi opskrbnog napona
9. Povremeni previsoki naponi između faznih vodiča i zemlje
10. **Tranzijentni previsoki naponi između faznih vodiča i zemlje**
11. Nesimetrija napona
12. Viši harmonici napona
13. **Međuharmonici napona**
14. Signalni naponi (superponirani opsrbnom naponu)





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

Za određivanje kvalitete EE (napona) kod priključka FNE na mrežu vrši se mjerenje slijedećih parametara prema HRN EN 50160 :

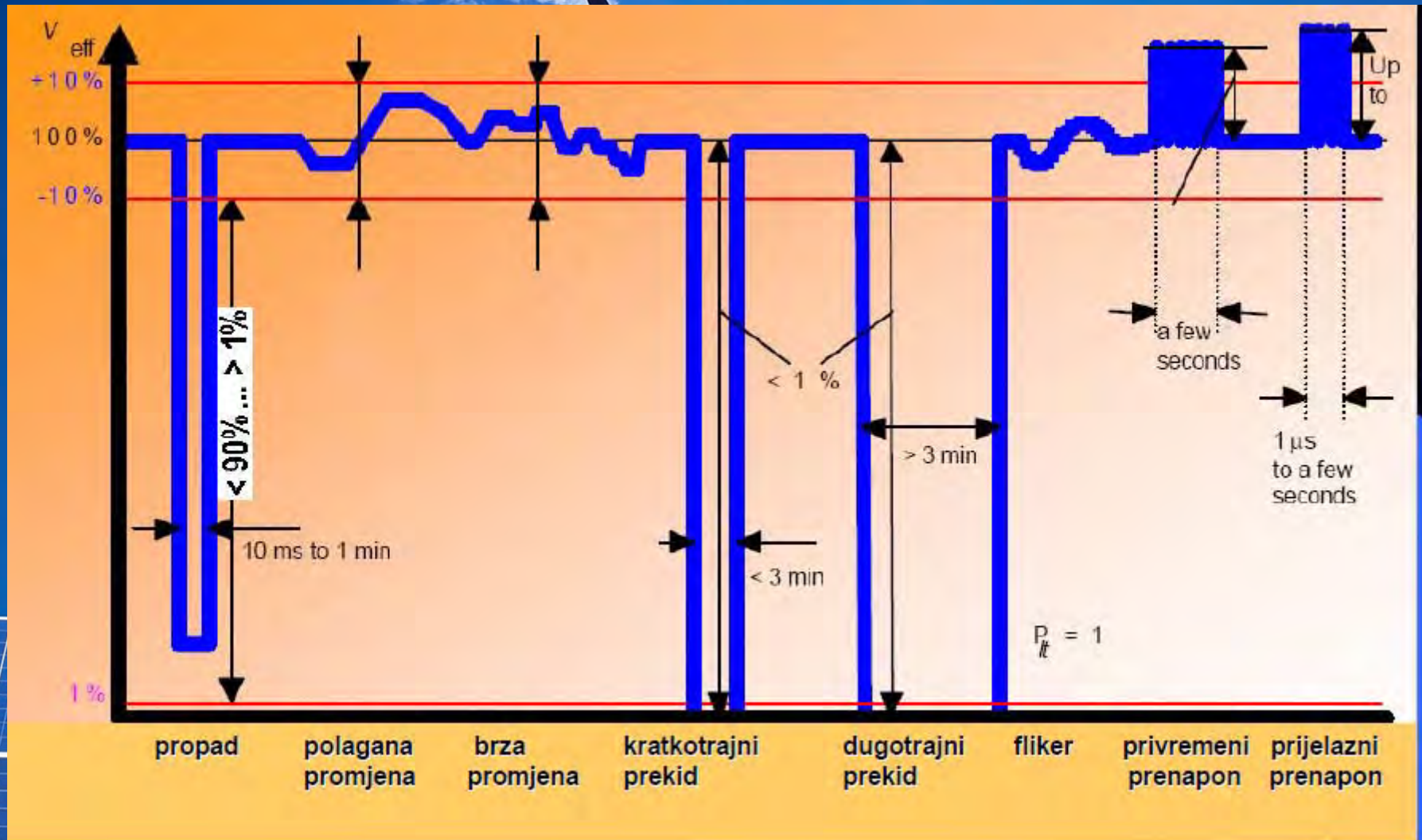
1. Frekvencija mrežnog napona
2. Veličina (Amplituda) mrežnog napona
3. Spore promjene napona
4. Brze promjene napona
5. Treperenje napona (Fliker – engl. Flicker)
6. Propadi napona
7. Kratki prekidi opskrbnog napona
8. Dugi prekidi opskrbnog napona
9. Povremeni previsoki naponi između faznih vodiča i zemlje
10. Nesimetrija napona
11. Viši harmonici napona
12. Signalni naponi (superponirani opsrbnom naponu)

Normom je određeno neprekidno mjerenje u trajanju tijekom tjedan , tj. 7 dana

Za svaki od ovih parametara HRN EN 50160 određuje dozvoljene granične vrijednosti.



# Kvaliteta EE kod FN Elektrana





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Frekvencija

Izražava broj cijelih naponskih valnih oblika u sekundi

Nazivna frekvencija opskrbnog napona u elektrodistribucijskoj mreži iznosi 50 Hz

### HRN EN 50160:

Pri normalnim pogonskim uvjetima srednja vrijednost osnovne frekvencije u razdjelnoj mreži tijekom mjerenja u desetsekundnim intervalima mora biti u slijedećim granicama:

Za mreže povezane sa elektroenergetskim sustavom: 50Hz +/- 1% (odnosno od 49,5 Hz do 50,5 Hz) tijekom 99,5 % svakog tjedna (tijekom 365 dana tj. cijele godine), odnosno +4%/-6% (odnosno od 47Hz do 52 Hz) u preostalih 0,5% trajanja svakog tjedna



## Frekvencija

Za mreže nepovezane sa elektroenergetskim sustavom (npr. Razdjelne mreže koje rade u otočnom režimu rada): 50Hz +/- 2% (odnosno od 49,0 Hz do 51,0 Hz) tijekom 95 % svakog tjedna (tijekom 365 dana tj. cijele godine), odnosno +/-15% (odnosno od 42,5Hz do 57,5 Hz) u preostalih 5%trajanja svakog tjedna





# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

## Frekvencija

## HRN EN 50160:

<i>Parametar</i>	<i>Granične vrijednosti</i>		<i>Mjerni i vrijednosni parametri</i>			
	<i>NN</i>	<i>SN</i>	<i>Osnovna veličina</i>	<i>Interval usrednjavanja</i>	<i>Promatrano razdoblje</i>	<i>Granice (%)</i>
<i>Frekvencija</i>	<i>49,5 do 50,5 Hz 47 – 52 Hz</i>		<i>Prosječna vrijednost</i>	<i>10 s</i>	<i>1 godina</i>	<i>99,5 100</i>

# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

## Veličina (Amplituda) opskrbnog napona

Izražava efektivnu vrijednost napona na nekom mjestu u mreži u određenom trenutku mjerena tijekom određenog vremenskog perioda  
Određena je nazivnim naponom mreže

Un – Normirani nazivni napon za NN javne mreže iznosi prema:

PRAVILNIKU O NORMIRANIM NAPONIMA ZA DISTRIBUCIJSKE  
NISKONAPONSKE ELEKTRIČNE MREŽE I ELEKTRIČNU OPREMU  
(NN 28/00)

Članak 3.

Normirane veličine nazivnog napona mreža su:

1. 230 V između faznog i neutralnog vodiča i
  2. 400 V između faznih vodiča,
- za četverožilne trofazne mreže nazivne frekvencije 50 Hz.





### Spore promjene napona

Predstavljaju spora odstupanja vrijednosti napona od njegove nazivne vrijednosti.

Pri normalnim pogonskim uvjetima bez uzimanja u obzir prekide opskrbe, 95% desetominutnih srednjih vrijednosti opskrbnog napona svakog tjednog intervala (bilo kojega) mora biti u opsegu:  $U_n \pm 10\%$  (tj. Maksimalno 253V, a minimalno 207V). Preostalih 5% desetominutnih srednjih efektivnih vrijednosti opskrbnog napona svakog tjednog intervala (bilo kojeg) mora biti u opsegu  $U_n \pm 10/-15\%$  (tj. Maksimalno 253V, a minimalno 195.5V)



# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

## Spore promjene napona

### HRN EN 50160:

<i>Parametar</i>	<i>Granične vrijednosti</i>		<i>Mjerni i vrijednosni parametri</i>			
	<i>NN</i>	<i>SN</i>	<i>Osnovna veličina</i>	<i>Interval usrednjavanja</i>	<i>Promatrano razdoblje</i>	<i>Granice (%)</i>
<i>Spore promjene napona</i>	<i>Un±10%</i> <i>Un +10%/-15%</i>		<i>Efektivna vrijednost</i>	<i>10 min</i>	<i>1 tjedan</i>	<i>95</i> <i>100</i>





### Brze promjene napona

Predstavljaju brza odstupanja vrijednosti napona od njegove nazivne vrijednosti – uglavnom uzrokovane promjenama tereta u postrojenjima potrošača ili sklapanjima u mreži.

Pri normalnim pogonskim uvjetima brza promjena napona ne prelazi  $5\%U_n$ . Međutim pod određenim okolnostima mogu se više puta dnevno pojaviti kratkotrajne brze promjene napona do  $10\%U_n$ .

**NAPOMENA:** Stanja u mreži pri kojima dolazi do pada opskrbnog napona ispod  $1\%U_n$  smatramo prekidom napona tj. Napajanja.



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Brze promjene napona

### HRN EN 50160:

<i>Parametar</i>	<i>Granične vrijednosti</i>		<i>Mjerni i vrijednosni parametri</i>			
	<i>NN</i>	<i>SN</i>	<i>Osnovna veličina</i>	<i>Interval usrednjavanja</i>	<i>Promatrano razdoblje</i>	<i>Granice (%)</i>
<i>Brze promjene napona</i>	<i>5% max 10%</i>	<i>4% 6%</i>	<i>Efektivna vrijednost</i>	<i>10 ms</i>	<i>1 dan</i>	<i>100</i>





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Opisane:

- Veličina (Amplituda) mrežnog napona
- Spore promjene napona
- Brze promjene napona

Možemo zajednički nazvati kolebanjem napona za koji HRN EN 50160 propisuje slijedeće granice:

Pri normalnim pogonskim uvjetima (ne uzimajući u obzir prekid opskrbe), 95% svih desetominutnih srednjih efektivnih vrijednosti opskrbnog napona svakog tjednog intervala nalazi unutar +/- 10%

vrijednosti normiranoga nazivnog napona (UN). U preostalim 5% tjedna napon može varirati u području +10% / -15%.



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

To znači da se za nazivni napon  $U_n=230V$  od ukupno 1008 (6x24x7) desetominutnih srednjih efektivnih vrijednosti napona izmjerenih tijekom jednog tjedna, njih 958 treba, prema normi HRN EN 50160 imati vrijednost unutar područja 207 – 253 V

Ostalih 5% vremena ili 50 desetominutnih srednjih efektivnih izmjerenih vrijednosti napona treba se nalaziti unutar područja 195,5 – 253V da bi bili zadovoljeni uvjeti norme HRN EN 50160





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Treperenje napona (Fliker, engl. Flicker)

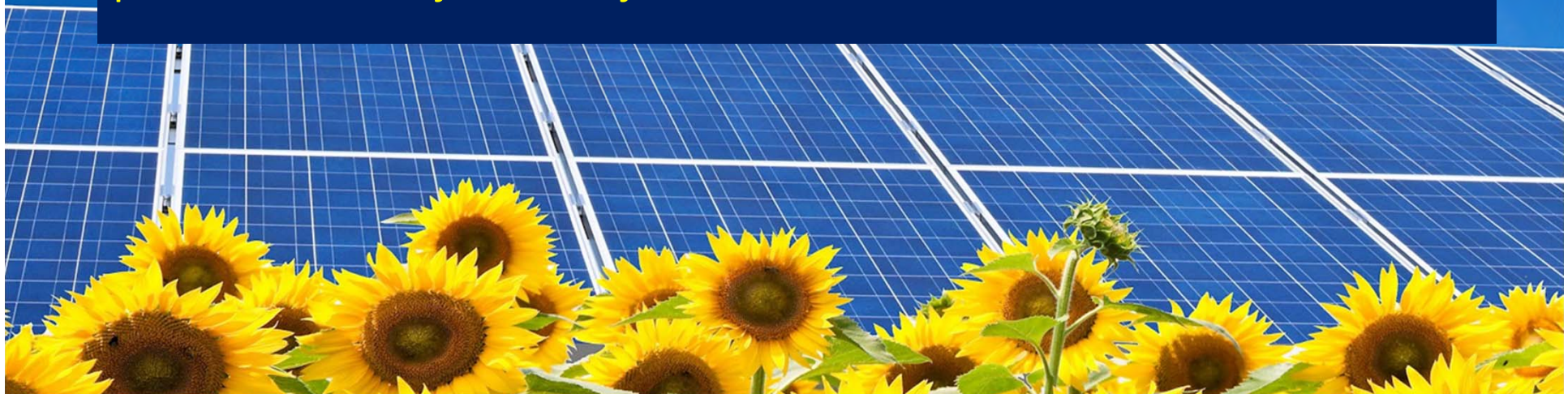
-predstavlja vidom zamjetljivo prekidanje izazvano svjetlosnim podržajem s vremenskim kolebanjem svjetlosne gustoće ili spektralne razdiobe – posljedica je oscilacija amplitudno moduliranog napona koji izaziva promjenu svjetlosne gustoće odnosno intenziteta svjetlosti žarulja. A uzrokuju ga nagle učestale promjene opterećenja

(elektrolučne peći, aparati za zavarivanje, fotokopirni strojevi, i sl.)

Posebno je izraženo na određenim frekvencijama već od 2 pa do 55 Hz-a posebno iritantno u području 7 – 10 Hz

Iznad određene granice treperenjesmeta i ima negativan utjecaj na raspoloženje i zdravlje ljudi.

Moguće posljedice: glavobolja, razdražljivost, nervoza, depresija, privremeno i trajno oslabljeni vid



## Treperenje napona (Fliker, engl. Flicker)

Subjektivni osjećaj, netko ga može primjećivati a drugi ne.

Ako u nekoj prostoriji boravi 100 ljudi (različitog spola, dobne starosti itd.) pod jednakim uvjetima, i ako se intenzitet svjetla promijeni toliko da to opazi njih 50 od ukupno 100 prisutnih, kaže se da treperenje (engl. Flicker, fliker - treperenje) ima intenzitet 1





### Treperenje napona (Fliker, engl. Flicker)

Flickermetri – uređaji koji prema algoritmu opisanom u IEC 61000-4-15 mjere tijekom 10-minutnog perioda te određuju kratkotrajnu vrijednost treperenja  $P_{st}(st - short term)$

Dugotrajnu vrijednost treperenja  $P_{lt}(lt - long term)$  računa se vremenski period od 2 sata temeljem 12 uzastopnih vrijednosti  $P_{sti}$  prema formuli:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}}$$

U normalnim pogonskim uvjetima dugotrajna jakost treperenja mora biti  $P_{lt} \leq 1$  u 95 % tijekom promatranog tjedna



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

# Treperenje napona (Fliker, engl. Flicker)

## HRN EN 50160:

<i>Parametar</i>	<i>Granične vrijednosti</i>		<i>Mjerni i vrijednosni parametri</i>			
	<i>NN</i>	<i>SN</i>	<i>Osnovna veličina</i>	<i>Interval usrednjavanja</i>	<i>Promatrano razdoblje</i>	<i>Granice (%)</i>
<i>Flikeri</i>	<i>Pst Plt &lt; 1</i>		<i>Algoritam flikera</i>	<i>10 min 2 h</i>	<i>1 tjedan</i>	<i>95</i>





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Propadi napona

-najčešća posljedica kvarova u postrojenjima potrošača ili u javnoj distribucijskoj mreži

-predstavljaju naglo (nepredviđeno), kratkotrajno (od 10 ms, pa do 1 minute) smanjenje opskrbnog napona na neku od vrijednosti u području od 90%, pa do 1%  $U_n$  nakon čega slijedi ponovno nastupanje  $U_n$ .

Prema HRN EN 50160 dozvoljen je orijentacijski broj propada napona tijekom jedne godine mora se nalaziti u opsegu od 10 do 1000 (npr. do 50 tjedno). Većina ih mora biti trajanja kraćeg od 1 s i amplitudnim propadom do 60%  $U_n$ .

Pojedini propadi mogu biti dužeg trajanja i veće dubine propada (npr. Dubine do 10% ili 15%  $U_n$  uzrokovano sklapanjem većih tereta u postrojenjima potrošača uz manje presjeke vodiča).





# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

## Propadi napona

## HRN EN 50160:

<i>Parametar</i>	<i>Granične vrijednosti</i>		<i>Mjerni i vrijednosni parametri</i>			
	<i>NN</i>	<i>SN</i>	<i>Osnovna veličina</i>	<i>Interval usrednjavanja</i>	<i>Promatrano razdoblje</i>	<i>Granice (%)</i>
<i>Padovi napona <math>\leq 1</math> min</i>	<i>Ispod 85%Un 10 do 1000 godišnje</i>		<i>Efektivna vrijednost</i>	<i>10 ms</i>	<i>1 godina</i>	<i>100</i>





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Kratki prekidi opskrbnog napona

Vrijednosti pri kojima opskrbeni napon padne na vrijednost manju od  $1\%U_n$

Ako promatramo kvalitetu opskrbnog napona onda se u takva stanja ubrajaju samo nenajavljeni prekidi napajanja – tj. Oni uzrokovani kvarom

Kratkim prekidima smatramo one čije trajanje je kraće od 3 minute

Prema EN 50160 dozvoljeni broj je od 10 do 100 godišnje

Trajanje oko 70 % kratkih prekida opskrbe trebalo bi biti kraće od 1 sekunde



## Kratki prekidi opskrbnog napona

### HRN EN 50160:

<i>Parametar</i>	<i>Granične vrijednosti</i>		<i>Mjerni i vrijednosni parametri</i>			
	<i>NN</i>	<i>SN</i>	<i>Osnovna veličina</i>	<i>Interval usrednjavanja</i>	<i>Promatrano razdoblje</i>	<i>Granice (%)</i>
<i>Kratki prekidi opskrbe <math>\leq 3</math> min</i>	<i>Ispod 1%Un 10 do 100 godišnje</i>		<i>Efektivna vrijednost</i>	<i>10 ms</i>	<i>1 godina</i>	<i>100</i>





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Dugi prekidi opskrbnog napona

Vrijednosti pri kojima opskrbeni napon padne na vrijednost manju od  $1\%U_n$

Ako promatramo kvalitetu opskrbnog napona onda se u takva stanja ubrajaju samo nenajavljeni prekidi napajanja – tj. Oni uzrokovani kvarom

Većinom izazvani vanjskim pojavama i događajima na koje distributer EE ne može utjecati.

Uslijed velikih razlika u vrstama postrojenja i strukturama mreža u različitim državama i obzirom na nepredvidive vanjske utjecaje i vremenske (ne)prilika, nije moguće navesti tipične vrijednosti učestalosti i trajanja dugih prekida opskrbe.



## Dugi prekidi opskrbnog napona

Orientacijske vrijednosti:

Ovisno o mjestu, može se pri normalnim pogonskim uvjetima godišnje pojaviti od manje od 10 pa do 50 dugih prekida napona

Njihovo je trajanje preko tri minute.

Orientacijske vrijednosti za prolazne prekide opskrbe nisu navedene, jer se o tim prekidima opskrbe unaprijed obavještava.





## Dugi prekidi opskrbnog napona

### HRN EN 50160:

<i>Parametar</i>	<i>Granične vrijednosti</i>		<i>Mjerni i vrijednosni parametri</i>			
	<i>NN</i>	<i>SN</i>	<i>Osnovna veličina</i>	<i>Interval usrednjavanja</i>	<i>Promatrano razdoblje</i>	<i>Granice (%)</i>
<i>Dulji prekidi opskrbe &gt; 3 min</i>	<i>Ispod 1%Un 10 do 50 godišnje</i>		<i>Efektivna vrijednost</i>	<i>10 ms</i>	<i>1 godina</i>	<i>100</i>





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

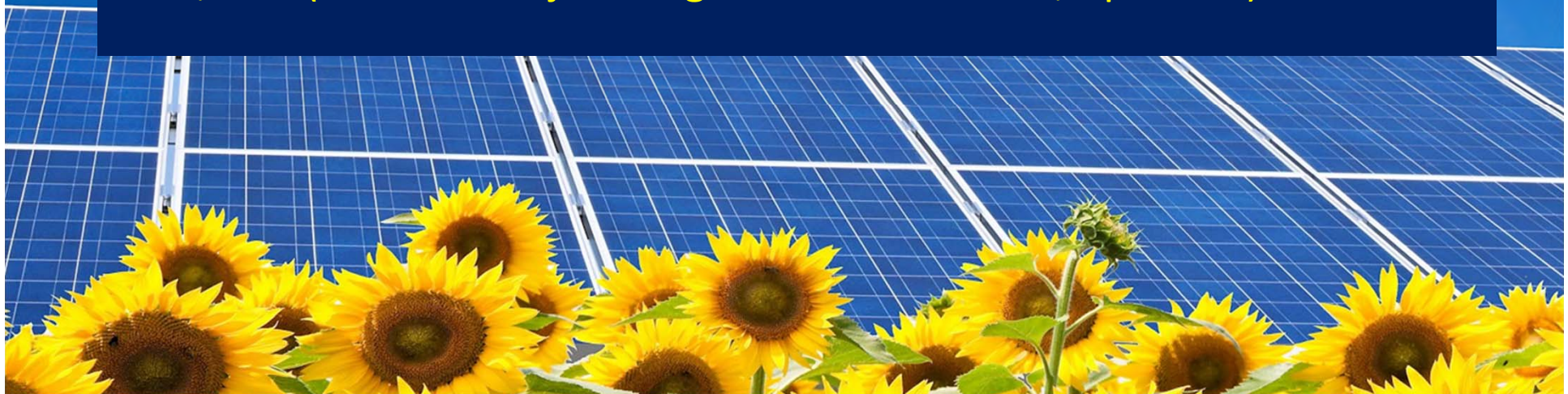
### Povremeni previsoki naponi između faznih vodiča i zemlje

U pravilu se pojavljuje pri kvaru u javnoj mreži ili postrojenju potrošača a frekvencija im je jednaka nazivnoj mrežnoj frekvenciji

Pojavljuju se u trenucima kada se otkloni kvar te pri normalnim pogonskim uvjetima mogu dosegnuti vrijednost linijskog napona što je uzrokovano pomakom zvjezdišta trofaznog sustava

Orijentacijski se može procijeniti:

Pri kratkom spoju na gornjonaponskoj strani transformatora mreže (primar) može na donjonaponskoj strani (sekundar) doći do pojave previsokog napona (prenapon) za vrijeme dok teče struja kratkog spoja. Takovi previsoki naponi u pravilu ne prelaze efektivnu vrijednost od 1,5 kV (ali kratkotrajno mogu biti i znatno veći, npr. 6 kV)





# Povremeni previsoki naponi između faznih vodića i zemlje

## HRN EN 50160:

<i>Parametar</i>	<i>Granične vrijednosti</i>		<i>Mjerni i vrijednosni parametri</i>			
	<i>NN</i>	<i>SN</i>	<i>Osnovna veličina</i>	<i>Interval usrednjavanja</i>	<i>Promatrano razdoblje</i>	<i>Granice (%)</i>
<i>Povremeni prenaponi mrežne frekvencije</i>	<i>&lt;1,5 kV</i>	<i>1,7 do 2,0 Un</i>	<i>Efektivna vrijednost</i>	<i>10 ms</i>	<i>-</i>	<i>100</i>



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Tranzijentni previsoki naponi između faznih vodiča i zemlje

Najčešće trajanja do 10 ms pri kojima ne prelaze tjemenu vrijednost od 6 kV

Katkada i više vrijednosti

Vremena porasta: od milisekunde do znatno kraće od mikrosekunde

Različitih su energija koje ovise o vrstama uzroka:

1. Sklapanje - nižih tjemernih vrijednosti ali dužeg vremena trajanja
2. Indukcija uzrokovana atmosferskim izbijanjem – viših tjemernih vrijednosti ali kraćeg vremena trajanja

Pri izboru zaštite preporučaju se viši energetske zahtjevi zbog sklopnih previsokih napona. Takvo će rješenje zadovoljavati i za previsoke napone inducirane atmosferskim izbijanjima i za niže (ali češće) sklopne previsoke napone





## Nesimetrija napona

Nesimetrijom smatramo pojavu kada u trofaznom sustavu naponi faza nisu jednaki po amplitudama i/ili fazni kut među njima nije  $120^\circ$

Pri normalnim pogonskim uvjetima 10-minuta srednja efektivna vrijednost inverzne komponente napona (harmonici negativnog sustava – smjera) ne smije, kod 95% srednjih vrijednosti svakoga tjednog intervala, prelaziti 2% odgovarajuće izravne komponente (čine je u zbroju harmonici pozitivnog sustava – smjera).



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Nesimetrija napona

### HRN EN 50160:

<i>Parametar</i>	<i>Granične vrijednosti</i>		<i>Mjerni i vrijednosni parametri</i>			
	<i>NN</i>	<i>SN</i>	<i>Osnovna veličina</i>	<i>Interval usrednjavanja</i>	<i>Promatrano razdoblje</i>	<i>Granice (%)</i>
<i>Nesimetrija napona</i>	<i>&lt;2 %</i>		<i>Efektivna vrijednost</i>	<i>10 min</i>	<i>1 tjedan</i>	<i>95</i>



## Viši harmonici napona

sinusoidalni naponi frekvencija koje su višekratnici osnovne frekvencije ( $2xfN$ ;  $3xfN$ ; ... $nxfN$ )

Rezultat su struja tereta koje nisu idealnog sinusoidalnog valnog oblika tj. Nelinearnosti trošila

Pri normalnim pogonskim uvjetima 95% 10-minutnih srednjih efektivnih vrijednosti napona svakoga pojedinog višeg

harmonika ne smije ni u jednom tjednom intervalu prelaziti vrijednost određenom tablicom datom u HRN RN 50160



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Viši harmonici napona

Rezonancije mogu kod pojedinih viših harmonika izazvati više napone. Osim toga, ukupni sadržaj viših harmonika (engl. THD – Total Harmonic Distortion, ukupno harmoničko izobličenje) opskrbnog napona, koji se izračunava uz uzimanje u obzir svih viših harmonika do 40. višeg

harmonika, ne smije prelaziti vrijednost od 8%  $U_n$ .

NAPOMENA : Ograničenja na više harmonike do 50. višeg harmonika (2500 Hz) odgovara uobičajenom dogovoru.

NAPOMENA: Vrijednosti nisu precizno navedene za više harmonike iznad 25. višeg harmonika, jer su one obično vrlo malene, a osim toga su i izrazito nepredvidive s obzirom na rezonanciju





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Viši harmonici napona

### HRN EN 50160:

Parametar	Granične vrijednosti		Mjerni i vrijednosni parametri			
	NN	SN	Osnovna veličina	Interval usrednjavanja	Promatrano razdoblje	Granice (%)
Viši harmonici napona	THD $\leq$ 8% (tablica do 40. harm.)		Efektivna vrijednost	10 min	1 tjedan	95

Neparni harmonici				Parni harmonici	
Nisu višekratnici od 3		Višekratnici od 3		Red h	Relativna amplituda
Red h	Relativna amplituda	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 %				

## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Međuharmonici napona

Zbog sve učestalije primjene frekventnih pretvarača (npr. kod regulacije broja okretaja elektromotora) i sličnih upravljačkih uređaja povećavaju se i vrijednosti međuharmonika, jer se radi o izrazito nelinearnim trošilima. Kako danas još ne postoje sigurne iskustvene vrijednosti HRN EN 50160 još ne daje nikakve određene granične vrijednosti (iako se o njima rraspravlja). U pojedinim slučajevima i međuharmonici vrlo malenih razina mogu izazvati treperenje ili smetnje u sustavu npr. mrežnoga tonfrekvencijskog upravljanja (MTU).





## Signalni naponi

Naponi superponirani na naponski val osnovne frekvencije

koriste se za upravljanje trošilima i opremom npr. Prijenos MTU, signala za promjenu tarife, signala uključivanja i isključivanja toplinskih stanica ili u nekim zemljama i prijenos drugih signala ( Telekomunikacijske prirode, daljinsko očitavanje brojila, upravljanje OIE i dr. – Pametne mreže – Smart grid)



### Signalni naponi

U razdjelnim mrežama potrošača dozvoljeno je opskrbnom naponu superponirati signalne napone (engl. Signalling voltage) nosive frekvencije od 96 kHz do 148,5 kHz. Premda uporaba javne mreže za prijenos telekomunikacijskih signala među privatnim korisnicima za sada nije dopuštena, mora se u tom frekvencijskom opsegu u NN javnim mrežama računati s efektivnim vrijednostima od 1,4 V. S obzirom na mogućnost međusobnog utjecaja susjednih signalnih uređaja, postoji mogućnost potrebe da potrošači predvide zaštitne naprave ili na smetnje dovoljno neosjetljive uređaje za prijenos signala.





# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

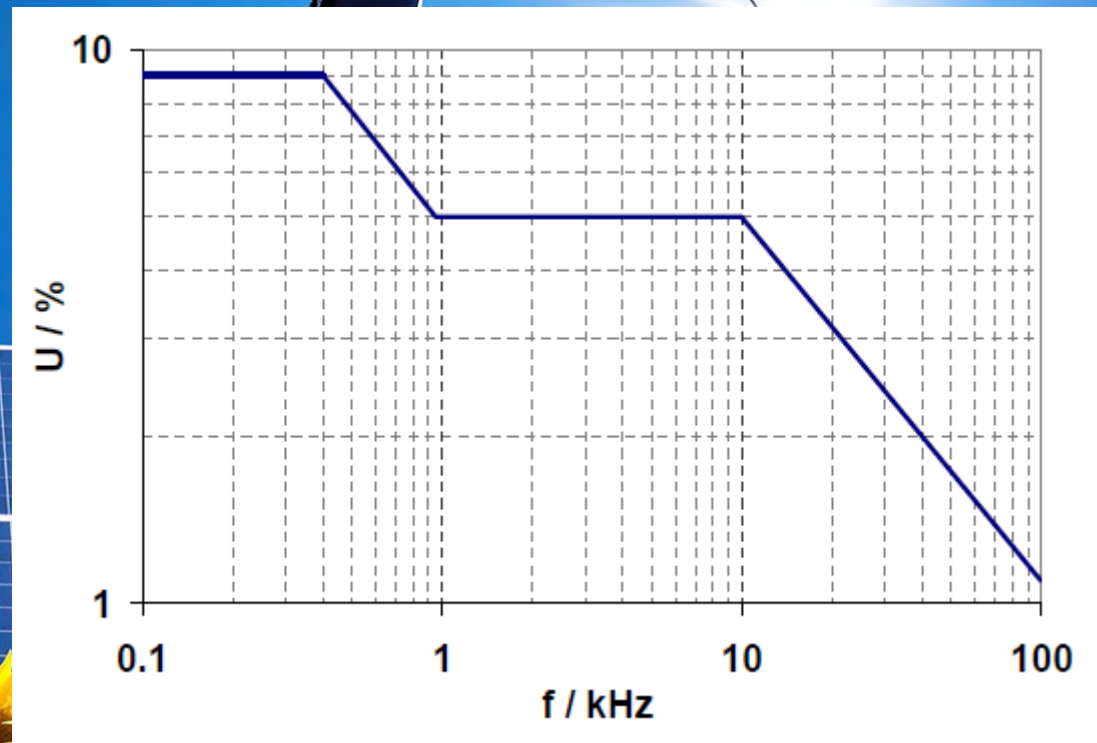
## Signalni naponi

## HRN EN 50160:

<i>Parametar</i>	<i>Granične vrijednosti</i>		<i>Mjerni i vrijednosni parametri</i>			
	<i>NN</i>	<i>SN</i>	<i>Osnovna veličina</i>	<i>Interval usrednjavanja</i>	<i>Promatrano razdoblje</i>	<i>Granice (%)</i>
<i>Signalni napon</i>	<i>Do 500 Hz: &lt;9% 1-10 kHz: &lt;5%</i>		<i>Efektivna vrijednost</i>	<i>3 s</i>	<i>1 dan</i>	<i>99</i>

## Signalni naponi

HRN EN 50160: - 99% trosekundnih srednjih vrijednosti signalnog napona tijekom dana ne smije prelaziti vrijednosti date na sljedećoj slici





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

# Granične vrijednosti parametara kvalitete napona prema normi HRN EN 50160:2012

Parametar	Granične vrijednosti		Mjerni i vrijednosni parametri			
	NN	SN	Osnovna veličina	Interval usrednjavanja	Promatrano razdoblje	Granice (%)
Frekvencija	49,5 do 50,5 Hz 47 – 52 Hz		Prosječna vrijednost	10 s	1 godina	99,5 100
Spore promjene napona	$U_n \pm 10\%$ $U_n +10\%/-15\%$		Efektivna vrijednost	10 min	1 tjedan	95 100
Brze promjene napona	5% max 10%	4% 6%	Efektivna vrijednost	10 ms	1 dan	100
Flikeri	$P_{st}$ $P_{it} < 1$		Algoritam flikera	10 min 2 h	1 tjedan	95
Padovi napona $\leq 1$ min	Ispod $85\%U_n$ 10 do 1000 godišnje		Efektivna vrijednost	10 ms	1 godina	100
Kratki prekidi opskrbe $\leq 3$ min	Ispod $1\%U_n$ 10 do 100 godišnje		Efektivna vrijednost	10 ms	1 godina	100
Dulji prekidi opskrbe $> 3$ min	Ispod $1\%U_n$ 10 do 50 godišnje		Efektivna vrijednost	10 ms	1 godina	100
Povremeni prenaponi mrežne frekvencije	$< 1,5$ kV	1,7 do $2,0 U_n$	Efektivna vrijednost	10 ms	-	100
Nesimetrija napona	$< 2\%$		Efektivna vrijednost	10 min	1 tjedan	95
Viši harmonici napona	$THD \leq 8\%$ (tablica do 40. harm.)		Efektivna vrijednost	10 min	1 tjedan	95
Signalni napon	Do 500 Hz: $< 9\%$ 1-10 kHz: $< 5\%$		Efektivna vrijednost	3 s	1 dan	99

## Granične vrijednosti pojedinačnih harmonika

Neparni harmonici				Parni harmonici	
Nisu višekratnici od 3		Višekratnici od 3		Red <i>h</i>	Relativna amplituda
Red <i>h</i>	Relativna amplituda	Red <i>h</i>	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 %				





# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

OPĆENITO O KVALITETI ELEKTRIČNE ENERGIJE, ZAKONSKA REGULATIVA I SUSTAVI ZA NADZOR

Irena Šagovac, dipl. ing. - HEP-ODS d.o.o. Elektra Zagreb

5

## Zanimljivosti iz hrvatskih propisa

- *Zakon o energiji (NN 68/01), Zakon o tržištu električne energije (NN177/2004) i Mrežna pravila elektroenergetskog sustava (NN 36/2006) isključivo spominju kvalitetu električne energije (ne kvalitetu napona)*
- *Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom (NN 14/06) spominju i definiraju isključivo kvalitetu napona, iako Mrežna pravila elektroenergetskog sustava sadrže sljedeći članak:*

### “3.2 Kvaliteta električne energije

(1) Kvaliteta električne energije definirana je Općim uvjetima za opskrbu električnom energijom.”



## Mrežna pravila

Podzakonski akt kojim se uređuje pogon i način vođenja, razvoj i izgradnja te uspostavljanje priključaka na prijenosnu i distribucijsku mrežu u elektroenergetskom sustavu, kao i mjerna pravila za obračunsko mjerno mjesto.





## Mrežna pravila

### 2. OPĆE ODREDBE

#### 2.1. Uvod

(1) Radi opskrbe svih kupaca kvalitetnom električnom energijom, ovim Mrežnim pravilima uređuju se prava i obveze sudionika na tržištu električne energije i njihovi međusobni odnosi na tržištu električne energije, i to sljedećih sudionika:

- proizvođača električne energije (u daljnjem tekstu: proizvođači),
- operatora prijenosnog sustava,
- operatora distribucijskog sustava,
- opskrbljivača električne energije (u daljnjem tekstu: opskrbljivači),
- operatora tržišta,
- energetskih subjekata za trgovanje, posredovanje i zastupanje na tržištu električne energije,
- kupaca električne energije.

## Mrežna pravila

FNE priključak izravno na distribucijsku mrežu

Zahtjevi iz poglavlja 5 Mrežnih pravila:

### 5. MREŽNA PRAVILA ZA DISTRIBUCIJSKU MREŽU

Mrežna pravila za distribucijsku mrežu utvrđuju način vođenja, planiranje razvoja, te minimalne potrebne uvjete za priključenje i korištenje distribucijske mreže.

Posebno iz poglavlja 5.3 članak 5.3.1. radi osiguranja normalnog pogona distribucijske mreže, sprječavanja nedopustivog povratnog djelovanja na mrežu i postojeće korisnike mreže.





# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

## Mrežna pravila

Čl. 5.3.2. Temeljne tehničke značajke na mjestu priključka na distribucijsku mrežu

Pravna ili fizička osoba koja zahtijeva priključenje na distribucijsku mrežu na mjestu priključenja mora ispuniti sljedeće minimalne tehničke uvjete koji se odnose na:

- **odstupanje frekvencije,**
- **odstupanje napona,**
- **valni oblik napona,**
- **nesimetriju napona,**
- pogonsko i zaštitno uzemljenje,
- razinu kratkog spoja,
- razinu izolacije,
- zaštitu od kvarova i smetnji,
- faktor snage



# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

## Mrežna pravila

### Odstupanje frekvencije

#### 5.3.2.1. Odstupanje frekvencije

Nazivna vrijednost frekvencije i dopušteno odstupanje određeni su u točki 4.1.6.4.

#### 4.1.6.4. Nazivna frekvencija i odstupanje frekvencije

(1) Nazivna vrijednost frekvencije u hrvatskom elektroenergetskom sustavu iznosi 50,00 Hz, osim u razdobljima korekcije sinkronog vremena kada se, prema nalogu operatera koordinacijskog centra ili operatera prijenosnog sustava, frekvencija podešava na zadanih 49,99 Hz ili 50,01 Hz.

(2) U normalnim pogonskim uvjetima, u interkonekcijskom radu, dopušteno odstupanje frekvencije od nazivne vrijednosti (50,00Hz) iznosi  $\pm 50$  mHz.





## Mrežna pravila

### 5.3.2.2. Odstupanje napona

Dopuštena odstupanja od nazivnog napona na mjestu preuzimanja ili predaje u normalnom pogonu utvrđena su u točki 5.1.6.4. stavak 6. i 7.



### Mrežna pravila

#### 5.1.6.4. Održavanje napona u distribucijskoj mreži

(6) Propisane granice odstupanja od nazivnog napona u normalnom pogonu su:

- za niski napon: +6%/–10% (do 2010. godine) te  $\pm 10\%$  (nakon 2010. godine) u skladu s Pravilnikom o normiranim naponima za distribucijske niskonaponske električne mreže i električnu opremu,
- za srednji napon (10 kV, 20 kV, 30 kV, 35 kV):  $\pm 10\%$ .

(7) Dopuštena odstupanja od nazivnog napona u uvjetima normalnog pogona, osim za slučajeve nastale uslijed poremećaja i prekida napajanja te za pojedinačne slučajeve postojećih korisnika mreže u udaljenim područjima s dugačkim vodovima, utvrđuju se:





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Mrežna pravila

– za niski napon: tijekom razdoblja od tjedan dana, 95% 10-minutnih prosjeka

efektivnih vrijednosti napona trebaju biti u rasponu od  $U_n + 6\% / -10\%$  (do 2010.

godine), odnosno  $U_n \pm 10\%$  (nakon 2010. godine). Svi 10-minutni prosjeci

efektivnih vrijednosti napona trebaju biti unutar raspona  $U_n + 10\% / -15\%$ .

– za srednji napon: tijekom razdoblja od tjedan dana, 95% 10-minutnih prosjeka

efektivnih vrijednosti napona trebaju biti u rasponu od  $U_n \pm 10\%$ .



# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

## Mrežna pravila

### 5.3.2.3. Valni oblik napona

(1) Vrijednost faktora ukupnoga harmonijskog izobličenja (THD) napona uzrokovanog priključenjem proizvođača i/ili kupca na mjestu preuzimanja i/ili predaje može iznositi najviše:

- na razini napona 0,4 kV: 2,5%,
- na razini napona 10 i 20 kV: 2,0%,
- na razini napona 30 i 35 kV: 1,5%.

Navedene vrijednosti odnose se na 95% 10-minutnih prosjeka efektivnih vrijednosti napona za razdoblje od tjedan dana.

(2) Vrijednosti indeksa jačine flikera uzrokovanih priključenjem proizvođača i/ili kupca na mjestu preuzimanja i/ili predaje mogu iznositi najviše:

- za kratkotrajne flikere: 0,7,
- za dugotrajne flikere: 0,5.





## Mrežna pravila

### 5.3.2.4. Nesimetrija napona

Nesimetrija napona na mjestu preuzimanja i/ili predaje uzrokovana priključenjem proizvođača i/ili kupca ne smije prelaziti 1,3% nazivnog napona. Ta vrijednost odnosi se na 95% 10-minutnih prosjeka efektivnih vrijednosti napona za razdoblje od tjedan dana.





## Mrežna pravila

Granične vrijednosti parametara kvalitete napona prema Mrežnim pravilima:

Parametar	Granične vrijednosti	Napomena
Odstupanje frekvencije	49,95 do 50,05 Hz	Normalni pogonski uvjeti (postoji interkonekcija)
Odstupanje napona	$Un \pm 10\%$ $Un +10\% / -15\%$	95% 10-min. prosjeka tijekom tjedan dana 100% 10-min. prosjeka tijekom tjedan dana
Ukupno harmonijsko izobličenje – THD	$\leq 2,5\% * 0,4 \text{ kV}$ $\leq 2,0\% * 10/20 \text{ kV}$ $\leq 1,5\% * 30/35 \text{ kV}$	95% 10-min. prosjeka tijekom tjedan dana
Indeks jačine flikera	$\leq 0,7^*$ $\leq 0,5^*$	Kratkotrajni flikeri (10 min) Dugotrajni flikeri (2h)
Nesimetrija napona	$\leq 1,3 \% Un^*$	95 % 10-min. prosjeka tijekom tjedan dana

\* uzrokovano priključenjem korisnika



## Preporuka parametara za mjerenje kvalitete električne energije

– obzirom na norme i preporuke iz područja kvalitete električne energije te Mrežna pravila preporuka je pratiti slijedeće parametre

	Mjerni parametri i interval usrednjavanja	
Iznos napona	UL1, UL2, UL3 U <sub>max</sub> ; U <sub>min</sub>	10 min 10ms/0,2s/1s
Harmonici napona	Do 25-og	10 min
Flikeri	P <sub>st</sub> , P <sub>lt</sub>	10 min
Frekvencija		10 s
Nesimetričnost		10 min
Iznos struje	IL1, IL2, IL3 I <sub>max</sub>	10 min 10ms/0,2s/1s
Snaga	P, Q, S	10 min
Faktor snage	cos $\phi$	10 min
Harmonici struja	I <sub>h</sub>	10 min

## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

# Granične vrijednosti parametara kvalitete napona prema normi HRN EN 50160:2012

Parametar	Granične vrijednosti		Mjerni i vrijednosni parametri			
	NN	SN	Osnovna veličina	Interval usrednjavanja	Promatrano razdoblje	Granice (%)
Frekvencija	49,5 do 50,5 Hz 47 – 52 Hz		Prosječna vrijednost	10 s	1 godina	99,5 100
Spore promjene napona	Un±10% Un +10%/-15%		Efektivna vrijednost	10 min	1 tjedan	95 100
Brze promjene napona	5% max 10%	4% 6%	Efektivna vrijednost	10 ms	1 dan	100
Flikeri	Pst Plt< 1		Algoritam flikera	10 min 2 h	1 tjedan	95
Padovi napona ≤1 min	Ispod 85%Un 10 do 1000 godišnje		Efektivna vrijednost	10 ms	1 godina	100
Kratki prekidi opskrbe ≤ 3 min	Ispod 1%Un 10 do 100 godišnje		Efektivna vrijednost	10 ms	1 godina	100
Dulji prekidi opskrbe > 3 min	Ispod 1%Un 10 do 50 godišnje		Efektivna vrijednost	10 ms	1 godina	100
Povremeni prenaponi mrežne frekvencije	<1,5 kV	1,7 do 2,0 Un	Efektivna vrijednost	10 ms	-	100
Nesimetrija napona	<2 %		Efektivna vrijednost	10 min	1 tjedan	95
Viši harmonici napona	THD ≤ 8% (tablica do 40. harm.)		Efektivna vrijednost	10 min	1 tjedan	95
Signalni napon	Do 500 Hz: <9% 1-10 kHz: <5%		Efektivna vrijednost	3 s	1 dan	99



## Granične vrijednosti pojedinačnih harmonika

Neparni harmonici				Parni harmonici	
Nisu višekratnici od 3		Višekratnici od 3		Red h	Relativna amplituda
Red h	Relativna amplituda	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 %				



## Mrežna pravila

### Granične vrijednosti parametara kvalitete napona prema Mrežnim pravilima:

Parametar	Granične vrijednosti	Napomena
Odstupanje frekvencije	49,95 do 50,05 Hz	Normalni pogonski uvjeti (postoji interkonekcija)
Odstupanje napona	$Un \pm 10\%$ $Un +10\% / -15\%$	95% 10-min. prosjeka tijekom tjedan dana 100% 10-min. prosjeka tijekom tjedan dana
Ukupno harmonijsko izobličenje – THD	$\leq 2,5\% * 0,4 \text{ kV}$ $\leq 2,0\% * 10/20 \text{ kV}$ $\leq 1,5\% * 30/35 \text{ kV}$	95% 10-min. prosjeka tijekom tjedan dana
Indeks jačine flikera	$\leq 0,7^*$ $\leq 0,5^*$	Kratkotrajni flikeri (10 min) Dugotrajni flikeri (2h)
Nesimetrija napona	$\leq 1,3 \% Un^*$	95 % 10-min. prosjeka tijekom tjedan dana

\* uzrokovano priključenjem korisnika



## Pravilan odabir mjernog instrumenta

Vrlo je bitno pravilno odabrati mjerni instrument koji će zadovoljavati postavljene zahtjeve na mjerenje kvalitete EE (napona) te analizu mjernih rezultata.

Za mjerenja kojima dokazujemo povratni utjecaj elektrane na distribucijsku mrežu u točki priključenja elektrane obavezno se moraju koristiti mjerni instrumenti kojima su mjerne metode usklađene s klasom A prema IEC 61000-4-30 za parametre koji se mjere.



## Pravilan odabir mjernog instrumenta

### Definicija klase A

Mjerni instrumenti klase A (engl. Class A - Advanced) namijenjeni su mjerenjima:

1. Kod ugovornih potrošača gdje treba rješavati sporove ili određivati sukladnost sa normom.
2. Kod snimanja ili stalnog monitoringa, gdje se mora provjeravati sukladnost prema važećim normama.

Pri mjerenju određenog parametra sa dva različita instrumenta koji su sukladni Klasi A za taj mjereni parametar, te kada mjere isti signal, moraju pokazati isti rezultat unutar definirane mjerne nesigurnosti za predmetni parametar.





## Pravilan odabir mjernog instrumenta

### Definicija klase A

#### - KONCEPT DEFINIRANJA MJERENJA

Koncept mjerenja se uvijek sastoji od slijedećih elemenata:

1. **Mjerna metoda**
2. **Mjerna nesigurnost i mjerni opseg**
3. **Obrada mjernih podataka**
4. **Agregacija mjerenja**

#### -SPECIFIKACIJE KLASE „A“ ZA MJERENJE NAPONA

1. Mjerna metoda

Mjerenje mora biti Vrms vrijednost napona u 200ms. Svaki slijedeći 200ms interval mora slijediti bez prekida i preklapanja.



# Kvaliteta EE kod FN Elektrana

Pravilan odabir mjernog instrumenta

Mjerni instrumenti Klase A

2. Mjerna nesigurnost i mjerni opseg  
 $\pm 0,1\%$  U<sub>din</sub>, u području 10 % ~ 150 % U<sub>din</sub>. (U<sub>din</sub> je deklarirani ulazni napon)

3. Obrada mjernih podataka  
Nije definirana.

4. Agregacija mjerenja:  
a) Osnovni interval mjerenja: 200ms.

Nakon osnovnog intervala, agregacija se nastavlja u slijedećim intervalima:

a) I agregacija: 3 sekunde

Podatak za 3sek interval dobije se tako da se uključe svih 15 (petnest) osnovnih intervala 200ms

b) II agregacija: 10-minute

Podatak za 10min interval dobije se tako da se uključe svi osnovni intervali 200ms

c) III agregacija 2-sata

Podatak za 2 sata interval dobije se tako da se uključe svih dvanest 10-min intervala (kojima su osnovni intervali 200ms )





## Pravilan odabir mjernog instrumenta

Mjerni instrument može zadovoljavati zahtjeve za klasu A u svim parametrima ili samo u nekima od njih

Za svaki parametar koji se mjeri, norma definira tri klase A, S i B. Zahtjevi za svaku klasu uključuju mjerne metode i svojstva. Prema normi definirane su sljedeće klase:

1. Klasa A "A" ("Advanced")
2. Klasa S "S" ("Surveys")
3. Klasa B "B" ("Basic")



## Pravilan odabir mjernog instrumenta

Osim zahtjeva na klasu instrumenta vrlo je bitna sljedivost mjernih rezultata. Najveći problemi se javljaju kada se sumnja u mjerni rezultat. Da bi bili sigurni u vrijednost koja se mjeri potrebno je periodičko umjeravanje mjernih instrumenata posebno za kritične parametre (iznose napona, struja , harmonika i flikera).





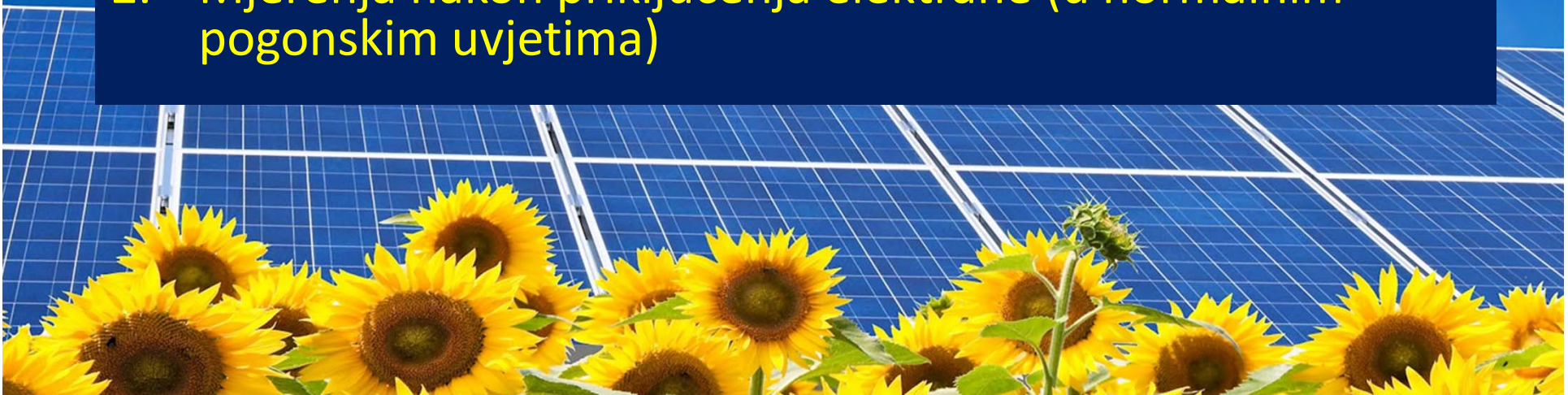
## Pristup i provedba mjerenja

Glavni zadatak provedbe mjerenja:

provjera povratnog utjecaja elektrane na distribucijsku mrežu u točki priključka elektrane na elektrodistributivnu mrežu

Za pravilno izvršenje ovog zadatka potrebno je izvršiti usporedbu mjernih rezultata dobivenih slijedećim mjerenjima:

1. Mjerenje prije priključenja elektrane (u normalnim pogonskim uvjetima)
2. Mjerenja nakon priključenja elektrane (u normalnim pogonskim uvjetima)



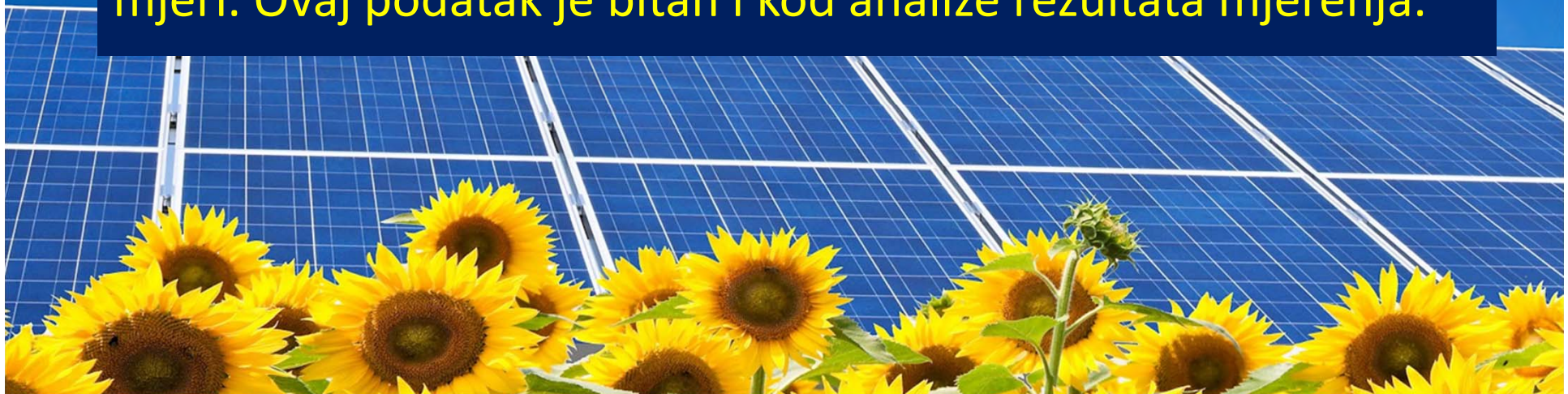
## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Pristup i provedba mjerenja

Važno je da se mjerenja prije i nakon priključenja elektrane izvode u normalnim pogonskim uvjetima kako ne bi došlo do pogrešnih zaključaka ukoliko dođe do odstupanja pojedinih parametara kvalitete napona.

Navedena mjerenja izvode se sukladno hrvatskoj normi HRN EN50160:2012 u trajanju od 7 dana prije priključenja elektrane i trajanju od 7 dana nakon priključenja elektrane.

Za pristup mjerenju važna je i informacija o karakteristikama distribuiranog izvora čiji se utjecaj na distribucijsku mrežu mjeri. Ovaj podatak je bitan i kod analize rezultata mjerenja.





## Pristup i provedba mjerenja

### Mogući problemi:

Uvjet na snagu koju elektrana ostvaruje prilikom mjerenja, jer sam utjecaj elektrane na mrežu ovisi o njenoj snazi, tj. nemoguće je evaluirati utjecaj elektrane na mrežu bez podatka o ostvarenoj snazi elektrane u periodu mjerenja. S obzirom na karakteristike i vrstu izvora koji se priključuje na mrežu i za kojeg se rade mjerenja postizanje uvjeta iznosa snage nije identičan.



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Pristup i provedba mjerenja

#### Mogući problemi:

Kod mjerenja na FNE je problematično ostvariti uvjet za snagu, s obzirom da uvelike ovisi o periodu godine kada se radi mjerenje, vremenskim uvjetima i sl.

Ukoliko se u periodu mjerenja ostvare rezultati do 50% nazivne snage, potrebno je dobivene rezultate procijenjivati na nazivnu snagu. Npr. ovakav slučaj nam se može pojaviti kod FNE kada zbog vremenskih prilika tijekom vremena elektrana nije ostvarila maksimalnu proizvodnju. Za FNEpreporuka je da barem jedan dan tijekom mjerenja ostvare tipičan dijagram proizvodnje zvonolikog oblika s postignutom snagom od 50% nazivne snage kroz barem 2-3 sata.

**U svakom slučaju ukoliko elektrane ostvaruje manje od 25% nazivne snage, rezultati mjerenja se NE MOGU uzeti u obzir i preporuka je ponoviti mjerenja.**





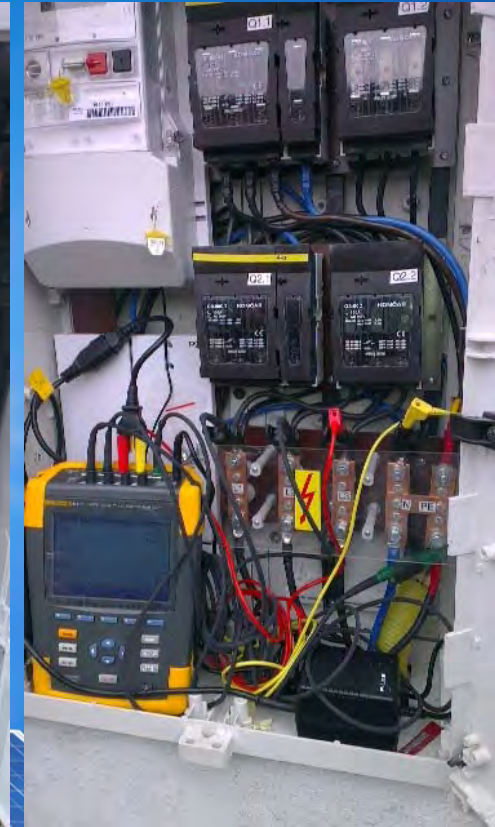
## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Pristup i provedba mjerjenja

Mogući problemi:

Pravilan odabir mjernog  
instrumenta:

- 1F/3F – ovisno imamo li 1F ili 3F inverter
- Sukladan klasi A za sve mjerene parametre
- Dimenzije instrumenta zbog smještaja u KPO





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Pristup i provedba mjerenja

### Mogući problemi:

- Spojni pribor kabele, adapteri
- Napajanje mjernog instrumenta
- Parametriranje instrumenta
- Raspoloživa količina slobodnog mjesta za pohranu mjernih rezultata tijekom mjerenja
- Pravilan spoj – raspored faza
- Sigurnost:
  - Sigurnosne zaštitne rukavice, naočale – zaštita kod KS-a
  - Izolirani spojni pribor – zaštita od KS-a





## Analiza rezultata mjerenja i izrada ispitinog izvještaja

Analiza mjerenja utjecaja elektrane na kvalitetu napona treba biti sveobuhvatna tj. usporedba izmjerenih vrijednosti sa graničnim vrijednostima parametra kvalitete napona prema normi HRN EN 50160:2012 je bitna ali ne i dostatna. Potrebno je na osnovu mjerenja prije i nakon priključenja elektrane na mrežu analizirati utjecaj elektrane na svaki parametar kvalitete napona.



## Analiza rezultata mjerenja i izrada ispitinog izvještaja

Analiza treba sadržavati statističku obradu izmjerenih vrijednosti u 95/99/99,5/100 % vremena kao i grafički prikaz i obradu najznačajnijih parametra kvalitete napona (npr. Amplitude napona, iznos dugotrajne jakosti flikera, iznos nekoliko karakterističnih harmonika napona i ukupnog harmoničkog izobličenja napona i dr.).





### Analiza rezultata mjerenja i izrada ispitinog izvještaja

Obzirom da se radi o analizi utjecaja elektrana na kvalitetu napona potrebno je dovesti rezultate mjerenja prije priključenja i nakon priključenja u korelaciju. Sam pristup analizi rezultata mjerenja potrebno je prilagoditi konkretnom slučaju koji se obrađuje (tip elektrane, mjesto priključenja i sl.) Ovo se osobito odnosi na parametre kod kojih se očekuje bitniji utjecaj uslijed rada elektrane što ovisi o primarnom izvoru (određeni tip elektrane ima svoje specifičnosti utjecaja na kvalitetu napona).



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Analiza rezultata mjerenja i izrada ispitinog izvještaja

Posebno treba voditi računa o specifičnosti rada pojedine vrste elektrane, primjerice nije uputno uspoređivati iznose ukupnog harmoničkog izobličenja napona danju za vrijeme rada FNE i noću kada ona ne radi jer se može doći do pogrešnih zaključaka (uslijed vrlo različitog spektra dominantnih harmonika – u gradskim sredinama danju prevlada informatička oprema, a noću rasvjeta).

Prilikom analize izmjerenih vrijednosti mora se imati na umu da na kvalitetu napona djeluju i ostali korisnici mreže sa opremom koja je priključena na mrežu što je vrlo bitno u kontesktu analize utjecaja elektrane na kvalitetu napona.





## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Forma ispitnog izvještaja

Ispitni izvještaj treba biti napisan u sljedećoj formi:

**ELABORAT UTJECAJA ELEKTRANE NA MREŽU**

(što je ujedno i naziv predmeta)

Na prvoj stranici elaborata preporučuje se navesti sljedeće podatke:

1. Naziv, adresa i logo pravnog subjekta koji je izradio elaborat
2. Naziv elektrane
3. Datum izrade elaborata
4. Naziv predmeta
5. Naziv objekta
6. Podaci o naručitelju
7. Ime i prezime ispitivača
8. Ime i prezime autora elaborata
9. Ime i prezime onoga tko je odobrio elaborat
10. Naziv tvrtke izdavača elaborata
11. Ime i prezime ovlaštene osobe
12. Potpis ovlaštene soobe
13. Pečat tvrtke izdavača
14. Mjesec, mjesto i godinu izdavanja elaborata

## Forma ispitnog izvještaja

U nastavku elaborata se preporuča sljedeća forma:

1. UVOD
2. MREŽNA PRAVILA
3. HRN EN 50160:2012
4. OPIS LOKACIJE MJERENJA
5. PODACI O MJERNOM INSTRUMENTU
6. MJERENE VRIJEDNOSTI
7. GRAFIČKI PRIKAZI IZMJRENIH VELIČINA
8. STATISTIČKA OBRADA
9. IZVJEŠĆE
10. ZAKLJUČAK



Dokumentacija o ispitivanjima FNE za predaju HEP-u:

1. Konačno izvješće o ispitivanju paralelnog pogona (sa slijedećim priložima):
2. Izvješće o provedenim ispitivanjima u pokusnom radu
3. Izvješće KEE

Dokumentacija o ispitivanjima FNE za predaju HEP-u:

1. Konačno izvješće o ispitivanju paralelnog pogona (sa slijedećim priložima):
2. Izvješće o provedenim ispitivanjima u pokusnom radu
3. Izvješće KEE



## Kvaliteta EE kod FN Elektrana

### Zaključak:

Mjerenje KEE izuzetno je bitno jer njime dokazujemo povratno djelovanje tj. utjecaj FNE na distribucijsku EE mrežu i kao takvo je **OBAVEZNO** (mjerjenja na AC strani FNE sustava).

Segment koji nije obavezan a odnosi se na DC stranu FNE sustava izuzetno je bitan iz razloga sigurnosti cjelokupnog FNE sustava i iz razloga uvida u faktor iskoristivosti invertera (usporedba snage izmjerena na DC strani s snagom izmjenom na AC strani inveretera).



Kvaliteta EE kod FN Elektrana

Pitanja  
Komentari  
Diskusija





Kvaliteta EE kod FN Elektrana

**Hvala na pažnji**

