

## **PLANIRANJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA U SVETLU EVROPSKE DIREKTIVE O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI**

A.JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet

### **UVOD**

Evropska unija je 25. oktobra 2012. godine, usvojila Direktivu 2012/27/EU o energetske efikasnosti i objavila je 14. novembra u Službenom listu Evropske unije. Direktiva je stupila na snagu 4. decembra 2012. godine. Glavne nove mere koje je propisala nova Direktive, a tiču se prenosa i distribucije su:

- Godišnja obaveza za distributere energije i/ili kompanija koje se bave prodajom energije, da smanje prodaju energije krajnjim korisnicima za 1,5% - uz mogućnost da države članice uračunaju energetske uštede ostvarene u sektorima za distribuciju i prenos energije, uključujući efikasno daljinsko grejanje i infrastrukturu za hlađenje, kako bi se ostvario ovaj cilj (član 7.)
- Obaveza operatora prenosnog i distributnog sistema da na transparentan i nediskriminatorski način upravljaju sistemskim uslugama.
- Obaveza operatora distributivnog sistema da aktivnije učestvuje u upravljanju potrošnjom i programima daljinskog očitavanja potrošnje.

Direktiva za održivo projektovanje (eko-dizajn, ekološki dizajn) Evropske Komisije (br. 2009/125/EC) uspostavlja okvir koji obavezuje proizvođače da već u fazi projektovanja proizvoda koji utiče na potrošnju energije povećaju energetske efikasnost i smanje negativan uticaj na životnu sredinu koji proizvod ostvaruje tokom životnog veka. Sama Direktiva je okviran dokument, a specifične odredbe za određene kategorije proizvoda propisuju se implementirajućim merama.

Da bi se ostvarili ovi zahtevi, u ovom radu prikazana je domaća i evropska legislativa kojom je uređena ova oblast i predložene su i određene mere kako bi se ovi zahtevi ispunili pri planiranju distributivne mreže.

## KOMPONENTE DISTRIBUTIVNE MREŽE

Svaka implementirajuća mera se usvaja kao poseban propis koji, zajedno sa usaglašenim standardima, obezbeđuje neophodan režim za ocenu usaglašenosti za određenu kategoriju proizvoda. Ocena usaglašenosti propisana implementirajućom merom obuhvata standarde o minimalnim energetske performansa (MEPS) i propisuje zahteve koji se odnose na životnu sredinu za svaku kategoriju proizvoda. Na primer, direktivom br. 548/2014 koja predstavlja uputstvo za primenu pomenute direktive definiše se okvir za primenu zahteva za projektovanje ekološki prihvatljivih transformatora.

Dodatkom E2 ove direktive precizirani su zahtevi za projektovanje distributivnih transformatora, koji generalno vode do povećanja efikasnosti za 20%. Direktiva ne važi za ostale transformatore kao što su merni transformatori, transformatori za specijalne instalacije, transformatori za testiranje elektroopreme ili veliki energetske transformatori koji služe kao ekvivalentna zamena za postojeće energetske transformatore na istoj lokaciji ako zamena drugačijim transformatorima nije moguća bez velikih troškova vezanih za transport i montažu.

Zahtevi koji se odnose na trofazne transformatore snage manje od 3,15 kVA

Maksimalni gubici usled opterećenja i stalni gubici za uljne transformatore sa jednim namotajem nominalnog napona  $U_n \leq 24$  kV i jednim namotajem nominalnog napona  $U_n \leq 1,1$  kV dati su u sledećoj tabeli:

Tabela 1. Gubici u transformatoru prema „Eko dizajn“ direktivi

Nominalna snaga (kVA)	Prvi stepen (od 1. jula 2015.)		Drugi stepen (od 1. jula 2021.)	
	Maksimalni gubici usled opterećenja Pk (W)	Maksimalni stalni gubici (W)	Maksimalni gubici usled opterećenja Pk (W)	Maksimalni stalni gubici (W)
≤ 25	900	70	600	63
50	1100	90	750	81
100	1750	145	1250	130
160	2350	210	1750	189
250	3250	300	2350	270
315	3900	360	2800	324
400	4600	430	3250	387
500	5500	510	3900	459
630	6500	600	4600	540
800	8400	650	6000	585
1000	10500	770	7600	693
12650	11000	950	9500	855
1600	14000	200	12000	1080
2000	18000	1450	15000	1305
2500	22000	1750	18500	1575
3150	27500	2200	23000	1980

Ovim standardom uvodi se i „Indeks maksimalne efikasnosti“ (eng. Peak Efficiency Index, PEI) i znači najvišu vrednost odnosa između prenesene prividne snage transformatora umanjene za električne gubitke i prenesene prividne snage transformatora. Nominalna snaga, stalni i promenljivi gubici kao i snaga sistema za hlađenje u praznom hodu moraju da budu naznačeni u tehničkoj dokumentaciji kao i na natpisnoj pločici transformatora. Gde je moguće, vrednost indeksa maksimalne efikasnosti kao i snaga pri kojoj je postignuta takođe treba da budu naznačeni u dokumentaciji.

Tabela 2. Gubici u transformatoru za stubne stanice prema Eko dizajn direktivi

Nominalna snaga (kVA)	Prvi stepen (od 1. jula 2015.)		Drugi stepen (od 1. jula 2021.)	
	Maksimalni gubici usled opterećenja Pk (W)	Maksimalni stalni gubici (W)	Maksimalni gubici usled opterećenja Pk (W)	Maksimalni stalni gubici (W)
≤ 25	900	70	725	70
50	1100	90	875	90
100	1750	145	1475	145
160	3102	300	3102	270
200	2750	356	2333	310
250	3250	425	2750	360
315	3900	520	3250	440

### POSTOJEĆE STANJE U SRBIJI

Sprovođenje ovih direktiva u Srbiji regulisano je usvajanjem Akcionih planova za energetska efikasnost (Prvi akcioni plan za period 2010. – 2012. i Drugi akcioni plan za period 2012. – 2015. godine). Međutim, oblast prenosa i distribucije električne energije nije bila obuhvaćena ovim planovima. Trenutno je u izradi proširenje Drugog akcionog plana za period do 2018. godine, kojim su obuhvaćene i ove oblasti i u značajnoj meri utiču na povećanje stepena energetske efikasnosti u Srbiji. Trenutno stanje uređenosti mera energetske efikasnosti u prenosu i distribucije je sledeće:

A) Distribucija električne energije obavlja se putem jednog operatora distributivnog sistema - Elektroprivrede Srbije. Parametri distributivne mreže prikazane su u tabeli 3.

Tabela 3. Karakteristike distributivnog sistema

Broj distributivnih TS	34 529
Instalisani kapaciteti	37 751 MVA
Dužina nadzemnih vodova	128 487 km
Dužina podzemnih kablova	23 523 km
Godišnja energija preuzeta od prenosnog sistema i nezavisnih proizvođača	30 426 GWh

Distributivni sektor opterećen je visokom nivoom gubitaka električne energije, koji se sastoji od tehničkih i netehničkih gubitaka i dostigao je nivo od 14,3% u 2013. godini. Planovima EPS uspostavljeni su ciljevi smanjenja gubitaka u apsolutnom iznosu od 378 GWh, a aktivnosti predviđene ovim planovima obuhvataju:

- Povećanje tačnosti merenja
- Smanjenje netehničkih gubitaka
- Tehnološku platformu za uvođenje složenijih tarifnog sistema
- Unapređenje upravljanja distributivnim sistemom
- Bolje korišćenje kapaciteta mreže
- Bolje planiranje razvoja mreže
- Smanjenje troškova održavanja
- Poboljšanje pouzdanosti mreže
- Implementaciju SmartGrid platforme

Pri izradi i rekonstrukciji ovih postrojenja u distributivnom sistemu, minimalni zahtevi za energetska efikasnost delimično su definisani Pravilima o radu distributivnog sistema, kao i internim preporukama EPS-a. U skladu sa članovima 107. i 108. Zakona o energetici („Službeni glasnik RS“ br.57/11, 80/11-ispavka, 93/12 i 124/12)

Operator distributivnog sistema, uz saglasnost Agencije za energetiku, donosi Pravila o radu distributivnog sistema kojima se utvrđuju naročito: tehnički uslovi za priključenje korisnika na sistem, tehnički uslovi za povezivanje sa prenosnim sistemom, tehnički i drugi uslovi za bezbedan pogon distributivnog sistema i za obezbeđivanje pouzdane i kontinuirane isporuke električne energije kupcima, postupci u kriznim situacijama, pravila o pristupu treće strane distributivnom sistemu, funkcionalni zahtevi i klasa tačnosti mernih uređaja, način merenja električne energije i drugi uslovi.

## **PREDLOG MERA ZA POVEĆAVANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI**

Na osnovu prethodnih razmatranja o evropskim direktivama, svetske prakse, kao i aktuelnog stanja energetske efikasnosti u prenosu i distribuciji, predloženo je da oblasti koje će biti obrađene obuhvate distributivne transformatorske stanice naznačenih napona 110, 35, 20, 10 i 0,4 kV.

Ove odredbe definisane su kroz sledeće tačke:

- Izbor energetskeg transformatora
- Smanjivanje gubitaka praznog hoda u transformatoru obnovljivim izvorima
- Izbor energetskeg kabla

### ***Izbor energetskeg transformatora***

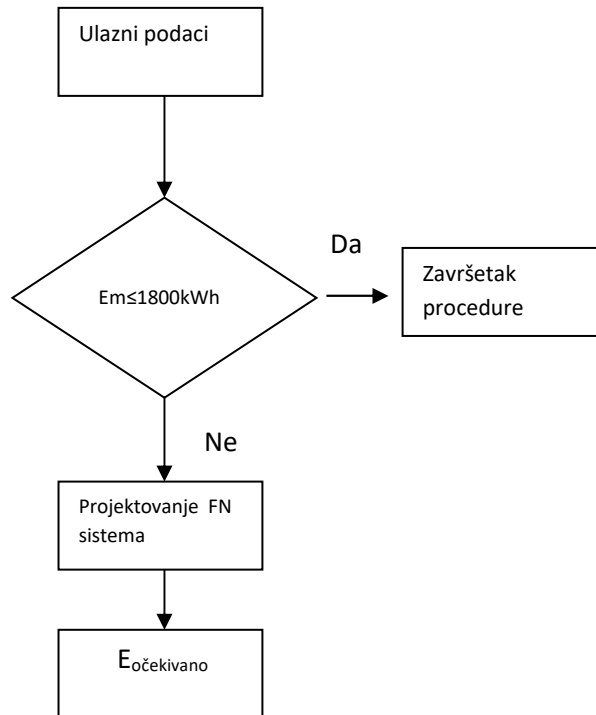
Najvažniji razlog za ovaj obim predloženih mera leži upravo u praksi Evropske unije, jer su upravo transformatori prepoznati kao prioritetna grupa sa velikim potencijalom za uštedu energije. U grupi 28 članica EU, ukupni gubici u transformatorima dostižu godišnje 100 TWh, što odgovara vrednosti od 40 Mt emisije CO<sub>2</sub>. Predlog mera za izbor energetskeg transformatora izvršen je na osnovu tehnokonomске analize čija je metodologija predložena u dva dokumenta od strane Evropske Unije. Prvi dokument je: *Selecting Energy Efficient Distribution Transformers - A Guide for Achieving Least-Cost Solutions* PROJECT N° EIE/05/056/SI2.419632 iz juna 2008. Godine. U drugom dokumentu: *Sustainable Industrial Policy – Building on the Ecodesign Directive – Energy-Using Product Group Analysis/1 Final Report: LOT 2: Distribution and power transformers* vršene su analize novih tehnologija u izgradnji energetske efikasne transformatora i predložene vrednosti koje su i rezultirale donošenjem novih vrednosti za projektovanje transformatora. Istu metodologiju za tehnokonomsku analizu ukupnih troškova tokom životnog veka transformatora moguće je koristiti i za izbor energetskeg transformatora u postrojenju.

### ***Proračun očekivane godišnje proizvodnje fotonaponskog panela***

Proračun očekivane godišnje proizvodnje fotonaponskog panela vrši se prema algoritmu datom u nastavku. U prvom koraku, proračunava se minimalna moguća godišnja proizvodnja (proizvodnja u slučaju najgoreg mogućeg scenarija iskorišćenja sunčeve energije – pri horizontalnom rasporedu). Ukoliko je ova proizvodnja manja od vrednosti od 1 800 kWh, nije preporučljivo postavljanje panela na krov postrojenja. Ukoliko je vrednost veća od 1 800 kWh, obavezno je postavljanje fotonaponskog sistema minimalne snage 1,5 kWp, nezavisno od instalisane snage transformatora u postrojenju.

### ***Izbor energetskeg kabla***

Pri izboru energetskeg kabla potrebno je pre svega voditi računa o poštovanju nacionalnih standarda vezanih za proizvodnju kablova.



Slika 1. Algoritam analize opravdanosti ugradnje solarnih panela

### Proračun stepena korisnosti

Stepen korisnosti postrojenja za distribuciju električne energije je neto odnos između električne energije koja se u toku godine dovede na sabirnice višeg napona u postrojenju i energije koja se isporučuje u mrežu na sabirnicama nižeg napona prema sledećoj formuli:

$$\eta_{EE} = \frac{W_{godNN}}{W_{godVN}}$$

$\eta_{EE}$  - stepen korisnosti postrojenja za distribuciju električne energije neto,

$W_{godNN}$  - električna enenergija neto, odnosno, količina energije koja se u toku godine isporučuje mreži na sabirnicama nižeg napona

$W_{godVN}$  - električna energija koja se u toku godine dovede na sabirnice višeg napona u postrojenju za distribuciju električne energije

Neto električna energija predstavlja razliku između energije dovedene u postrojenje i energije koja se isporučuje mreži na sabirnicama nižeg napona, a izračunava se prema formuli:

$$W_{godNN} = W_{VN} - (W_{sp} + (P_0 + P_k \cdot L^2) \cdot 8760h) + W_{PV}$$

gde je:

$W_{SP}$  - godišnja energija za sopstvenu potrošnju postrojenja (kWh)

$P_0$  - snaga gubitaka praznog hoda transformatora (kW)

$P_k$  - snaga gubitaka usled opterećenja pri nominalnom opterećenju transformatora (kW)

$L$  - srednje opterećenje transformatora u toku godine

$W_{PV}$  - godišnja energija proizvedena iz fotonaponskih panela

Proračun godišnjih gubitaka u energetsom transformatoru:

A) Godišnja energija gubitaka u transformatoru usled praznog hoda računaju se prema izrazu

$$W_{ph} = P_0 \cdot 8760$$

B) Godišnja energija gubitaka u transformatoru usled opterećenja računa se prema izrazima:

$$W_{ks} = P_k \cdot L^2 \cdot 8760h$$

$$L = \frac{\sum_{i=1}^T L_i}{T}$$

$W_{ph}$  - godišnja energija gubitaka usled praznog hoda (kWh)

$W_{ks}$  - godišnja energija gubitaka usled opterećenja (kWh)

$W_{SP}$  - godišnja energija za sopstvenu potrošnju postrojenja (kWh)

$P_0$  - snaga gubitaka praznog hoda transformatora (kW)

$P_k$  - snaga gubitaka usled opterećenja pri nominalnom opterećenju transformatora (kW)

$L$  - srednje opterećenje transformatora u toku godine (kW)

$W_{PV}$  - godišnja energija proizvedena iz fotonaponskih panela

$T$  - broj vremenskih intervala

Preporučene vrednosti stepena korisnosti date su u sledećoj tabeli.

Zahtevana minimalna efikasnost distribucije električne energije

Energetska efikasnost (%)	
Postrojenje naponskog nivoa do 35 kV	Postrojenje naponskog nivoa višeg ili jednakog od 35 kV
99	98

## ZAKLJUČAK

Prema članu 45. Zakona o efikasnom korišćenju energije, **novi i revitalizovani sistemi za prenos i distribuciju električne energije** moraju da ispunjavaju minimalne zahteve u pogledu njihove energetske efikasnosti, a u zavisnosti od vrste i snage tih postrojenja, odnosno veličine sistema (minimalni stepen korisnosti sistema za prenos i distribuciju i drugo), u skladu sa ovim zakonom i zakonom kojim se uređuje integrisano sprečavanje i kontrola zagađivanja životne sredine. Vlada, na predlog Ministra bliže propisuje minimalne zahteve energetske efikasnosti koje moraju da ispunjavaju ova nova i revitalizovana postrojenja i sistemi. Uz zahtev za **izdavanje energetske dozvole za izgradnju novih ili rekonstrukciju starih sistema ili delova sistema za prenos električne energije** investitor je dužan da kao sastavni deo tehničke dokumentacije priloži i elaborat o energetske efikasnosti sistema za prenos električne energije, kojim se dokazuje da će biti ispunjen zahtev o propisanoj minimalnoj energetske efikasnosti sistema, odnosno da će planirani stepen korisnosti tih sistema biti veći od ili jednak vrednosti propisanoj aktom Vlade.

Uz zahtev za dobijanje **građevinske dozvole za izgradnju novih ili rekonstrukciju starih sistema ili delova sistema za distribuciju električne energije**, investitor je dužan da kao sastavni deo tehničke dokumentacije priloži i elaborat o energetske efikasnosti sistema za distribuciju energije, kojim se dokazuje da će biti ispunjen zahtev o propisanoj minimalnoj energetske efikasnosti sistema, odnosno da će planirani stepen korisnosti tih sistema biti veći od ili jednak vrednosti propisanoj aktom Vlade.

## LITERATURA

[1] DIRECTIVE 2012/27/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC

[2] DIRECTIVE 2009/125/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products

[3] COMMISSION REGULATION (EU) No 548/2014 of 21 May 2014 on implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to small, medium and large power transformers

[4] Selecting Energy Efficient Distribution Transformers - A Guide for Achieving Least-Cost Solutions. PROJECT N° EIE/05/056/SI2.419632

[5] Sustainable Industrial Policy – Building on the Ecodesign Directive – Energy-Using Product Group Analysis/1 Final Report: LOT 2: Distribution and power transformers

[6] Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", **Studija perspektivnog dugoročnog razvoja električnih mreža naponskih nivoa 110kV, 35 kV i 10 kV na području EPS JP "Elektrošumadija" Kragujevac, br. 105010**