

Viktor Klarić, dipl. ing.
HEP ODS Elektroslavonija Osijek
viktor.klaric@hep.hr

PRIKAZ STANJA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA 10/0,4 KV PO STAROSTI, TIPOVIMA I GUBICIMA ZA OCJENU ZAMJENE RADI SMANJIVANJA UKUPNIH GUBITAKA U ELEKTROSLAVONIJI OSIJEK

SAŽETAK

U radu je prikazan pregled svih energetske transformatora 10/0,4 kV u Elektroslavoniji Osijek. Glavni elementi pregleda su: starost, tip, nazivna snaga i gubici. Prvenstveni je cilj rada utvrditi gubitke prema tipu transformatora i njegovoj starosti, usporedbi gubitaka s novim tipovima transformatora, te odrediti kriterije za zamjenu. Određeni su i prioriteti koji uvažavaju tipizaciju snage, pogonsku rezervu, vrlo male snage s minimalnom transformacijom. Uvaženi su i pogonski kriteriji kao što su opterećenje i fizičko stanje transformatora. Rad prikazuje tipično stanje energetske transformatora 10/0,4 kV u jednom distributivnom području kao osnova za odluku o zamjeni radi velikih gubitaka. Dane su smjernice kao i postupak za zamjenu kroz planove poslovanja u distributivnom području.

Ključne riječi: energetski transformator 10/0,4 kV, starost, gubici, ocjena za zamjenu

A PRESENTATION OF POWER TRANSFORMERS CONDITION 10/0.4 KV ACCORDING TO AGE, TYPES AND LOSSES, WITH THE AIM TO EVALUATE THE REPLACEMENT OF POWER TRANSFORMERS DUE TO THE TOTAL LOSSES IN ELEKTROSLAVONIJA OSIJEK

SUMMARY

This study presents a review of all power transformers 10/0.4 kV in Elektroslavonija Osijek. The main elements of this review are: age, type, nominal power and losses. The main purpose of this study is to determine the losses according to the power transformer type and its age, the comparison of losses with the new types of power transformers, as well as the setting of criteria for the power transformer replacement. The priorities which respect the power standardization and operation reserve of very little power with minimal transformation have also been determined. Operation criteria such as load and physical condition of the power transformer have also been taken into account. This study shows the typical condition of power transformers 10/0.4 kV in one distributive area as the basis for the replacement decision due to huge losses. Guidelines as well as the replacement process have been shown in the distributive area management plans.

Key words: power transformer 10/0.4 kV, age, losses, replacement evaluation

1. UVOD

U Elektroslovaniji Osijek u vlasništvu i upotrebi je 1670 energetskih transformatora 10/0,4 kV sa stanjem 2014. godine. Energetski transformator, kao važni element srednjenaponskih postrojenja, nije podložan intenzivnom habanju i trošenju kao ostali dijelovi postrojenja, koji zahtijevaju radi toga intenzivno investicijsko ulaganje u obnovu i zamjenu. Uz redovno održavanje, transformatori bitno premašuju svoj amortizacijski vijek i uredno obavljaju svoju funkciju. Unazad nekoliko godina i energetske potrebe nisu bile uzrok da se transformatori moraju intenzivnije zamjenjivati. Prelazak na 20 kV pogonski napon je u tijeku na području Đakova, Našica i Osijeka, ali je tu dinamika vrlo spora radi niza ograničavajućih čimbenika, tako da i ova aktivnost ne doprinosi bitno da se zamjenjuju transformatori 10/0,4 kV s novom generacijom 20/0,4 kV.

Ovo su ključne okolnosti koje su opravdavale daljnje korištenje postojećih transformatora.

U Elektroslovaniji Osijek urađen je program smanjivanja gubitaka. Ukupni gubici su u 2015. godini iznosili 8,82 %, a višegodišnji prosjek je nešto viši od prosječnih gubitaka ODS-a. Jedna od mjera smanjenja tehničkih gubitaka je i zamjena transformatora 10/0,4 kV. To je mjera koja uvažava vlastite gubitke transformatora, prvenstveno u praznom hodu i to kod starih tipova transformatora. Zato je i učinjen ovaj pregled stanja kako bi se ova mjera smanjivanja gubitaka provodila ciljano sa što većim učinkom.

2. PREGLED TRANSFORMATORA PO STAROSTI

Napravljen je pregled transformatora 10/0,4 kV prema starosti. Amortizacijski vijek za ove transformatore je 25 godina ili 4 %. U tablici I. prikazan je broj transformatora i postotni udio prema amortizacijskom vijeku, odnosno starosti.

Tablica I. Pregled transformatora po starosti

Starost	Komada	Postotni udio %
stariji od 50 godina	282	17
od 25 do 50 godina	935	56
mlađi od 25 godina	453	27
ukupno	1670	100

Vidljivo je da 1217 transformatora odrađuje svoj drugi i treći amortizacijski vijek ili 73 % od ukupnog broja. To je vrlo veliki broj transformatora i tek je među njima manji broj s bitno manjim gubicima, blizu današnjoj generaciji transformatora.

3. GUBICI ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

Razvoj transformatora tijekom godina doprinio je da su ukupni gubici bitno smanjeni. To se pogotovo odnosi na gubitke praznog hoda ili gubitke u željezu. Ti su gubici kod starih i novih transformatora u omjeru 3 : 1.

Kod gubitaka radi opterećenja, odnosno gubitaka u bakru, te razlike nisu toliko velike, kod novih generacija transformatora gubici su manji do 30 %. Inače je izračun ovih gubitaka za transformatore u pogonu vrlo složen, jer ovisi o trenutnom opterećenju transformatora koje je vrlo različito i mijenja se tijekom dana i vremenskog razdoblja.

Radi tih činjenica u ovom radu razmatrani su samo gubici u željezu kao ocjena stanja za zamjenu transformatora radi gubitaka.

U tablici II. prikazani su rasponi gubitaka prema tipovima i proizvođaču. Izvorište su natpisne pločice na samom transformatoru, kartice transformatora s tehničkim podacima ili pak vlastita mjerenja u trafo-radionici prilikom popravka ili uređenja transformatora.

Tablica II. Rasponi gubitaka po tipovima i proizvođaču

Snaga (kVA)	Končar - stari tip		Elektrosrbija - stari tip		Končar - novi tip	
	P _{Fe} (W)	P _{Cu} (W)	P _{Fe} (W)	P _{Cu} (W)	P _{Fe} (W)	P _{Cu} (W)
50	210 - 370	1090 - 1250	200 - 332	1200 - 1370	125	1100
100	340 - 620	1950 - 2040	330 - 610	2000 - 2267	210	1750
160	470	2800	480 - 610	3000 - 3120	300	2350
250	680 - 1550	3600 - 4700	720 - 1183	3850 - 4980	425	3250
400	950 - 1880	5150 - 6700	1050 - 1500	5500 - 7200	610	4600
630	1310 - 2640	8000 - 9450	1500 - 2100	8300 - 10900	860	6500

U tablici su prikazani gubici transformatora pretežitih proizvođača koji su danas u upotrebi. Postoje u pogonu desetine proizvođača kao i vrlo veliki broj tipova tako da je ovdje učinjen jedan pregled iz kojeg se može vidjeti veliki pomak u smanjivanju gubitaka kod novih transformatora. Za novi tip transformatora uzet je 8EuTBNO xxx - 24x/A Končar, koji već više godina nabavljamo prema okvirnom sporazumu.

4. OCJENA STANJA TRANSFORMATORA ZA ODLUKU O ZAMJENI

4.1. Ocjena prema godinama starosti

Analizom starosti transformatora utvrđeno je da transformatori koji su stariji od 50 godina imaju svi gubitke koji su na gornjoj granici raspona iz tablice II. Prema ovoj ocjeni nedvojbeno se određuju kao transformatori s najvećim gubicima u mreži. U Elektroslavoniji Osijek ima ukupno 282 komada transformatora za zamjenu starijih od 50 godina. To je vrlo velika količina i zato je potrebno ovaj broj dodatno analizirati radi postizanja najvećeg učinka na smanjenje ukupnih gubitaka u određenom razdoblju.

Veliki je broj transformatora manjih snaga, 50 kVA, pa i manje. Oni su poglavito u ruralnom dijelu područja gdje napajaju tek nekolicinu kupaca pa vrlo često i samo jednog sa vrlo malim opterećenjima. Radi tih malih opterećenja, gubici u bakru, tek bi se neznatno smanjili s novim tipom transformatora, a smanjenje gubitaka u željezu doprinio bi vrlo malo ukupnom učinku kod zamjene. Takvih transformatora ima 93. Dakle, preostaje za zamjenu 189 transformatora snage veće od 50 kVA.

Tablica III Pregled transformatora po snazi starijih od 50 godina

Snaga (kVA)	Komada
50 i manje	93
100	73
160	38
250	38
400	29
630	11
Ukupno	282

Trošak nabave za zamjenu 189 transformatora, kada bi se nabavljale iste snage kao postojeći, prema cijenama transformatora u 2016. godini, bio bi 7,7 milijuna kuna.

4.2. Druge ocjene za odluku o zamjeni

Kroz analizu stanja transformatora u distributivnom području utvrđeno je da postoje razni tipovi transformatora koji su upotrebi, oni su svjedoci razvoja i transformatora, ali i distribucije. Pored niza

proizvođača, u upotrebi su i nazivne snage koje nisu danas više standardne. Tako postoje i snage 10, 80, 125, 150, 200, 500 kVA.

Već treći amortizacijski vijek ipak, i uz brižno održavanje i vlastitom radionicom, doprinosi da se transformatori moraju povući iz upotrebe. Kotlovi su nagriženi korozijom, a svaki električni dio koji se može zamijeniti, teško ga je kvalitetno pričvrstiti za siguran pogon i predviđena dinamička naprezanja.

Dimenzije i težine tih transformatora takve su da zahtijevaju vrlo veliku pažnju i brigu oko mjesta ugradnje, te za srednjenaponski i niskonaponski priključak.

Prosječno opterećenje transformatora u velikom broju transformatorskih stanica bitno se promijenilo u odnosu na potrebu kada se stanica gradila. Unatrag 25 godina došlo je do bitnih promjena u ponašanju kupaca, ugasile su se mnoge tvrtke ili potpuno promijenile potrebu za električnom energijom. U pravilu su transformatori manje opterećeni nego kada su bili postavljani. To se mora uvažiti prilikom ocjene o zamjeni, izmjeriti postojeće opterećenje i ugraditi transformator primjeren potrebnom opterećenju.

Na pogonskoj rezervi nalazi se u pravilu veliki broj transformatora, da bi se omogućilo brzo djelovanje kod interventne zamjene. Ona mora uvažiti upravo ovaj veliki broj raznih nazivnih snaga, tipova, izvedbi i težina, kako bi se transformator u određenom trenutku s što kraćim pogonskim zastojem zamijenio. Zato je potrebno jednaki pristup zamjeni i na pogonskoj rezervi.

To su sve ostali razlozi koji su važni za ocjenu o zamjeni.

5. UČINAK PO ZAMJENI TRANSFORMATORA

Učinjen je izračun učinka smanjenja gubitaka kada bi se 189 transformatora zamijenilo. Izračun je rađen samo s gubicima u željezu, jer gubici u bakru pridonose bitno manje smanjenju ukupnih gubitaka. U tablici IV. prikazani su gubici u željezu starih transformatora i novih, tipa 8EuTBNO xxx24x/A Končar, jednake snage kao i stari.

Tablica IV. Gubici u željezu za stari i novi tip transformatora

	Gubici u željezu (kWh / godina)
stari tip transformatora	1.468.526
novi tip transformatora	613.463
razlika	855.063

Ukupni gubici Elektroslavonije Osijek za 2015. godinu iznosili su 87.600.000 kWh. Stari transformatori, stariji od 50 godina, doprinose sa svojim gubicima u željezu, tome 1,68 %, a kada bi bili zamijenjeni s novima, tada bi to bilo 0,70 %. Iz ovoga je vidljivo da ulaganja od 7,7 miliona kuna u zamjenu transformatora doprinose smanjenju ukupnih gubitaka u kilovatsatima tek za 1 %.

Naravno, to nisu svi transformatori sa velikim gubicima. Tek su odabrani oni koji su stariji od 50 godina jer je nedvojbeno da imaju najveće gubitke. To su transformatori stariji od 1965. godine. Već 1970. godine počeli su se pojavljivati novi tipovi transformatora kojima su gubici u željezu i bakru bili manji. No, sigurno je da se još jedna grupa transformatora starih od 1965. do 1970. godine može svrstati u grupu s velikim gubicima kao ovi stariji od 50 godina. Analiza pokazuje da je to gotovo isti broj transformatora. Kada bi se i ti transformatori zamijenili, ukupni gubici u kilovatsatima smanjili bi se za nepunih 2 %.

Dakle, zamjena starih energetske transformatora s novom generacijom doprinosi vrlo malo na smanjenju ukupnih gubitaka. Ova tehnička mjera može biti samo jedna od mjera za smanjenje gubitaka, jer su ulaganja znatna.

6. PLAN ZAMJENA TRANSFORMATORA

U Elektroslavoniji je učinjen plan zamjena transformatora. Određeni su transformatori koji su stariji od 50 godina i oni se planski zamjenjuju novima. Za sada se ne zamjenjuju oni koji imaju manju snagu od 50 kVA. Obzirom na veliki iznos ulaganja da bi se svi zamijenili, financiranje je podijeljeno u više planskih programa: investicije, redovno održavanje i program gradnje priključaka. U svim programima uređenja, modernizacije ili revitalizacije TS 10/0,4 kV, uzima se u obzir starost transformatora i ako je stariji od 50 godina, zamjenjuje se. Mjeri se stvarno opterećenje TS, i prema sadašnjoj potrebnoj snazi određuje se nazivna snaga novog transformatora. Kod svakog građevinskog i električnog uređenja PTTS-ova uvažavaju se ove ocjene za zamjenu transformatora.

To je svakako višegodišnji plan. Tek intenzivnija dinamika prelaska pogonskog napona 10 kV na 20 kV, doprinijela bi bržoj zamjeni većeg broja starih transformatora.

7. ZAKLJUČAK

Energetski transformatori 10/0,4 kV u pravilu su u pogonu više od svog amortizacijskog vijeka. Radi toga danas su u pogonu transformatori još od prve elektrifikacije poslije drugog svjetskog rata. Nedvojbeno je da su ti transformatori s vrlo velikim gubicima, pogotovo u željezu, u odnosu na nove tipove transformatora. Radi toga, ali i radi drugih okolnosti, nedvojbeno je da se transformatori stariji od 50 godina moraju zamjenjivati novima. Pri tome je potrebno odrediti samo godište transformatora.

Ulaganja u nove transformatore su znatna. Zato mora postojati program zamjene kako bi osigurali najoptimalniji učinak ulaganja.

Novi tipovi transformatora doprinose smanjivanju tehničkih gubitaka u distribucijskoj mreži, najvećim dijelom radi tehnološko savršenijih željeznih jezgri. Ali o to smanjenje ukupnih gubitaka nije znatno, tako da zamjena transformatora s velikim gubicima može biti samo jedna od niza mjera za smanjenje gubitaka.

8. LITERATURA

- [1] Baza podataka energetskih transformatora Elektoslavonija Osijek
- [2] Gubici transformatora Elektroslavonije Osijek, podaci ispitne stanice transformatorske radionice
- [3] Tehnički listovi proizvođača, razni