

ZAMENA MALOULJNIH PREKIDAČA 110 KV, 35 KV I 10 KV VAKUUMSKIM U TS 110/X I 35/10 KV/KV I ODRŽAVANJE NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRAD**REPLACEMENT OF 110 KV, 35 KV AND 10 KV MINIMUM OIL CIRCUIT BREAKERS WITH VACUUM CIRCUIT BREAKERS IN TRANSFORMER SUBSTATIONS 110/X AND 35/10 KV/KV IN BELGRADE POWER DISTRIBUTION AREA**

Vladimir STANOJEVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Svetlana MEDO, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U radu je opisan način rekonstrukcije transformatorskih stanica 110/x i 35/10 kV/kV na distributivnom području Beograd, sa aspekta zamene visokonaponskih i sredjenaponskih prekidača. Na osnovu pregleda dokumenata vezanih za održavanje transformatorskih stanica, vrši se godišnja analiza i izrađuje plan investicija i plan investicionog održavanja transformatorskih stanica. Zbog eksploatacionog stanja opreme, u određenim transformatorskim stanicama se pristupilo zameni 10 kV, 35 kV i 110 kV malouljnih prekidača vakuumskim, čime je znatno olakšano njihovo održavanje. Veliki broj malouljnih prekidača koji su u upotrebi u dužem vremenskom periodu bliži se kraju eksploatacionog veka. Kako se prekidači ovih tipova više ne proizvode, dodatni problem stvara nedostatak rezervnih delova neophodnih za popravku prekidača. Prelaskom na vakuumske prekidače teži se ka tome da se briga o prekidaču svede na minimum, jer u svom životnom veku prekidač je deklarisan bez potrebe za intervencijom. U radu je dat zbirni pregled prekidača 110 kV, 35 kV i 10 kV u transformatorskim stanicama 110/x i 35/10 kV na distributivnom području Beograd, pregled zastupljenosti određenog tipa prekidača i podataka o zamenjenim prekidačima. U poslednjih 14 godina su malouljni prekidači zamenjeni vakuumskim u ukupnom broju od 821 prekidača 10 kV i 263 prekidača 35 kV. Služba za pripremu i nadzor održavanja na osnovu svih relevantnih dokumenata i događaja usaglašava planove održavanja sa drugim organizacionim celinama unutar privrednog društva i izrađuje planove sledećih aktivnosti na zameni prekidača, gde je za 2020.godinu planirana zamena 10 kV, 35 kV i 110 kV prekidača u četiri transformatorske stanice 35/10 kV/kV i tri stanice 110/x kV/kV.

Ključne reči: transformatorska stanica, održavanje, malouljni prekidač, vakuumski prekidač

ABSTRACT

The paper describes methods of reconstruction of 110 / x and 35/10 kV / kV transformer substations in the Belgrade distribution area, from the aspect of replacement of high voltage and medium voltage switches. Based on the review of documents related to the maintenance of transformer substations, an annual analysis is made and an investment plan and investment maintenance plan of the transformer stations is made.

Due to the exploitation condition of the equipment, replacement of 10 kV, 35 kV and 110 kV minimum oil switches was made with vacuum switches in certain transformer stations, which made their maintenance much easier. A large number of minimum oil switches that have been in use for an extended period of time are nearing the end of their service life. As switches of these types are no longer manufactured, the additional problem creates the lack of spare parts necessary to repair the switches.

Switching to vacuum switches tends to minimize the care of the switch because in its lifetime the switch is declared without the need for intervention.

The paper gives a summary overview of 110 kV, 35 kV and 10 kV switches in 110 / x and 35/10 kV transformer substations in the Belgrade distribution area, an overview of the representation of a certain type of switches and information about switches replaced. In the last 14 years, minimum oil switches have been replaced by vacuum ones, totaling 821 10kV switches and 263 35kV switches.

The Department of maintenance and supervision in ODS EPS distribution Belgrade, based on all relevant documents and events, coordinates the maintenance plans with other organizational units within the company and prepares plans for the next switch replacement activities, where the replacement of 10 kV, 35 kV and 110 kV switches in 2020 is planned in four 35/10 kV / kV transformer substations and three 110 / x kV / kV substations.

Key words: transformer substation, maintenance, minimum oil switch, vacuum switch

1. UVOD

Prekidač je jedan od najvažnijih elemenata u razvodnim postrojenjima, kako visokonaponskim tako i srednjenaponskim. Njegova sigurnost i pouzdanost je osnova za pravilan rad postrojenja i celog elektroenergetskog sistema, pa je zbog toga održavanju prekidača neophodno posvetiti značajnu pažnju. Devedesetih godina je došlo do opadanja proizvodnje srednjenaponskih malouljnih prekidača kako u svetu tako i kod nas, pa u razvodnim postrojenjima počinje da preovlađuje ugradnja vakuumskih prekidača i u manjem broju prekidača sa SF6 gasom. Elektro distributivna preduzeća teže ka smanjivanju obima radova i troškova održavanja srednjenaponske opreme. Tako vakuumski prekidači u srednjenaponskim postrojenjima postaju sve više zastupljeni, zbog svojih eksploatacionih karakteristika, održavanja i sigurnosti u pogonu. Na distributivnom području Beograd poslednjih godina se pristupa zameni malouljnih prekidača snage 35 kV i 10 kV vakuumskim.

2. ODRŽAVANJE TRANSFORMATORSKIH STANICA

Za pouzdan i siguran rad elektroenergetskih postrojenja neophodno je pratiti njihov rad, blagovremeno praviti planove i održavanje obavljati u skladu sa važećim normativima i tehničkim preporukama. Pri svakoj izradi plana održavanja transformatorsku stanicu posmatramo kao funkcionalnu celinu, pa se radovi planiraju po podsistemima: građevinski deo, postrojenja visokog ili srednjeg napona, postrojenja niskog napona i telekomunikaciona oprema.

Na distributivnom području Beograd se nalazi 26 transformatorskih stanica 110/x kV/kV ukupne instalisane snage 2078 MVA i 69 transformatorskih stanica 35/10 kV/kV instalisane snage 1644 MVA. Održavanje ovih transformatorskih stanica je u nadležnosti Službe za pripremu i nadzor održavanja Sektora za planiranje i investicije uz saradnju službi koje pripadaju Direkciji upravljanja. Na godišnjem nivou se izrađuju predlozi i usaglašavaju programi aktivnosti predviđeni planom investicija i planom investicionog održavanja. Realizacija ovih planova zavisi od usvajanja i odobrenih sredstava.

Najstarija transformatorska stanica u pogonu je TS 35/10 kV/kV Smederevski put, puštena 1958. godine.

TABELA 1 - PRIKAZ BROJA TRANSFORMATORSKIH STANICA PO GODINAMA OD KAD SU PUŠTENE U POGON

Period godine puštanja TS	Broj TS
1950 – 1960 god.	2
1960 – 1970 god.	19
1970 – 1980 god.	24
1980 – 1990 god.	19
1990 – 2000 god.	9
2000 – 2010 god.	8
2010 – 2020 god.	14

Održavanje definisano kao niz aktivnosti koje imaju za cilj da postrojenja stalno ispunjavaju sve zahteve u pogledu tehničkih karakteristika, raspoloživosti godišnjih troškova i koje su preduzete uz uvažavanje položaja postrojenja u energetskom sistemu, možemo podeliti na korektivno i preventivno.

3. ODRŽAVANJE PREKIDAČA U TS 110/x I 35/10 kV/kV

U tabeli 2 je prikazana zastupljenost pojedinih tipova malouljnih prekidača za unutrašnju montažu u transformatorskim stanicama koji su trenutno u pogonu.

TABELA 2 - BROJ MALOULJNIH PREKIDAČA 10 KV I 35 KV ZA UNUTRAŠNJU MONTAŽU (PO TIPOVIMA) KOJI SU TRENUTNO U POGONU

10 kV malouljni prekidači				
tip	PU	HG		
broj	343	34		
35 kV malouljni prekidači				
tip	PU	HG	PS (sm)	HPG (sm)
broj	125	42	28	6

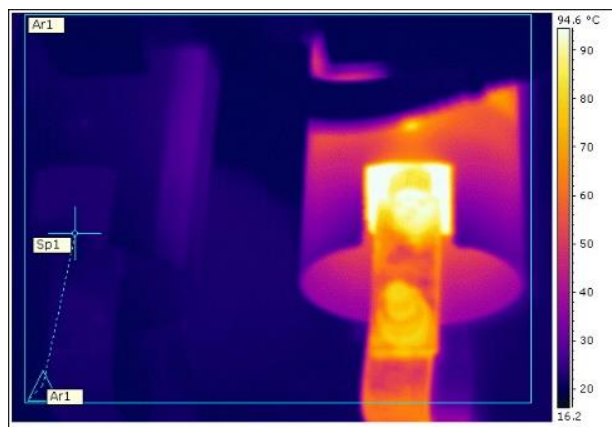
U najvećoj meri su bili zastupljeni malouljni prekidači, od kojih se mnogi približavaju granici svoje trajnosti. Kako se ovi tipovi više ne proizvode, dodatni problem stvara nedostatak rezervnih delova neophodnih za popravku prekidača. Služba održavanja transformatorskih stanica tokom cele godine obavlja detaljne revizije celokupnih postrojenja, o čemu se sačinjava izveštaj. Prema uputstvu proizvođača prekidača mesečna kontrola zahteva barem jedanput kontrolu nivoa izolacionog ulja. Kada se konstatuje da je nivo ulja u polu ispod normalnog nivoa pristupa se dolivanju ulja. Normalan nivo ulja na +15°C treba da bude na polovini pokazivača ulja. Na drugim temperaturama na svakih 5°C treba računati na promenu nivoa ulja za 1,5 mm. Bez obzira na uslove eksploatacije godišnje se kontroliše stanje kontakata u polu prekidača. Vizuelnim pregledom „tulipan“ kontakata utvrđuje se da li na nekom od normalnih ili produžnih kontakata ima vidnih oštećenja vrhova ili su deformisani, i da li je potrebno izvršiti zamenu oštećenih kontakata. Isto važi i za pokretni kontakt.

Vizuelnim pregledom komora utvrđuje se da li ima nekih vidnih oštećenja (proširenja) na izduvnim kanalima i na otvorima za prolaz pokretnog kontakta. Komoru za gašenje luka treba zameniti ako su utvrđena neka od sledećih oštećenja:

- ako ima tragova površinskog proboja na spoljnim zidovima,
- došlo je do raslojavanja pločica komore,
- izduvni kanali su prošireni za više od 1,5 mm,
- otvori za prolaz pokretnog kontakta prošireni su za više od 1,5 mm,
- došlo je do znatne erozije unutrašnjih pregradnih pločica.



SLIKA 1 – OŠTEĆENA KOMORA 35 KV MALOULJNOG PREKIDAČA



SLIKA 2 – NEDOZVOLJENO ZAGREVANJE 10 KV PREKIDAČA U ĆELIJI 13

U toku godine je barem jedanput neophodno kontrolisati kvalitet izolacionog ulja. Za utvrđivanje dielektrične čvrstoće prilikom preuzimanja uzoraka postupa se po JUS N.A.5.014. Kako Služba održavanja transformatorskih stanica remonte celokupnih postrojenja obavlja svake druge godine za svako od njih, tom prilikom se vrši provera dielektrične čvrstoće ulja i provera pada napona na kontaktima prekidača.

4. ZAMENA PREKIDAČA U TS 110/x i 35/10 kV/kV

Iskustveno je pokazano da je životni vek prekidača između 25 i 40 godina. Prekidač koji je dobro održavan i koji je u relativno dobrim uslovima može dostići životni vek od 40 godina sa obavljenih više remonata.

Analizom kvarova u određenim postrojenjima i godišnjeg izveštaja o događaju, a uzimajući u obzir ekonomsku situaciju u našoj zemlji, kao i znatna finansijska sredstva koja je neophodno uložiti za rekonstrukcije zastarelih postrojenja, pristupilo se zameni malouljnih prekidača 35 i 10 kV vakuumskim.

Zastupljeni tipovi vakuumskih prekidača su optimizovane konstrukcije tako da u svom radnom veku (uglavnom) ne zahtevaju nikakvo održavanje. Usavršavanjem ranijih varijanti pogonskih mehanizama danas je postignuta ravnoteža između broja manipulacija koje u radnom veku podnosi pogonski mehanizam i koji podnose polovi (vakuumске komore). Današnji prekidači obavljaju 10 – 30000 C-O manipulacija bez potrebe za preventivnim održavanjem. Vakuumski prekidači se odlikuju sledećim prednostima:

- nije neophodno podmazivanje (malo habanje dodirnih površina podslopora i težišta)
- nije neophodno podešavanja
- visoka raspoloživost (ispitivanja na trajnost, izdržljivost, vlažnost, pouzdan rad održavanja u širokom

- opsegu temperatura
- velika sigurnost (mali broj delova prekidača, pogotovo pokretnih delova pogonskih mehanizma)
- lako rukovanje
- proveren kvalitet (ispitivanja na veliki broj manipulacija pre izlaska iz fabrike)

Najbitniji deo u radu srednjenaponskog prekidača obavlja pogonski mehanizam. Mehanički se mora uspešno obaviti rasklopna operacija u svakom trenutku, bez obzira da li se radi o učestalim manipulacijama, ciklusu brzog automatskog ponovnog uključanja ili se manipulacija obavlja posle dužeg vremena neaktivnosti prekidača. U vakuumskim prekidačima u našim transformatorskim stanicama postoje dve varijante:

- motorno-opružni mehanizam – energija rasklopne operacije se akumulira u oprugama; akumuliranje se obavlja ručnim opterećivanjem opruga ili pomoću elektromotora; automatski obrađeni delovi i podsklopovi su urađeni veoma precizno, njihovi spojevi su sa veoma malim zazorima bez nedozvoljenih hrapavosti i kretanja, tako da se uz primenu kvalitetnih masti i ulja podmazani mehanizam pouzdano ponaša u širokom temperaturnom opsegu

-elektromagnetni mehanizam – ovakvi mehanizmi imaju malo pokretnih delova, pokretanje se vrši pomoću bistabilnog elektromagneta; osnovni delovi su: magnetni aktuator (bistabilni magnet koji ima zaporne i okidne funkcije), elektronski kontroler (omogućava upravljanje okidanjem i akumulira energiju dovoljnu za okidanje u nekom vremenu po ispadu komandnog napona (do 3 min.), induktivni senzori (omogućavaju utvrđivanje i signalizaciju stanja prekidača), obrtna poluga (prenosi kretanje na polove prekidača (kontakte vakuumske komore).

4.1. Pregled aktivnosti zamene prekidača

Služba za pripremu i nadzor održavanja je analizirala podatke o otklonjenim kvarovima, izveštaje o remontima kao i izveštaje o termografskim ispitivanjima koji se obavljaju jednom godišnje. Nakon usvojenih predloženih planova, periodično tokom prethodnih 15 godina obavljena je zamena malouljnih prekidača vakuumskim u većem broju transformatorskih stanica.

TABELA 3 – UKUPAN BROJ ZAMENJENIH MALOULJNIH PREKIDAČA PO GODINAMA

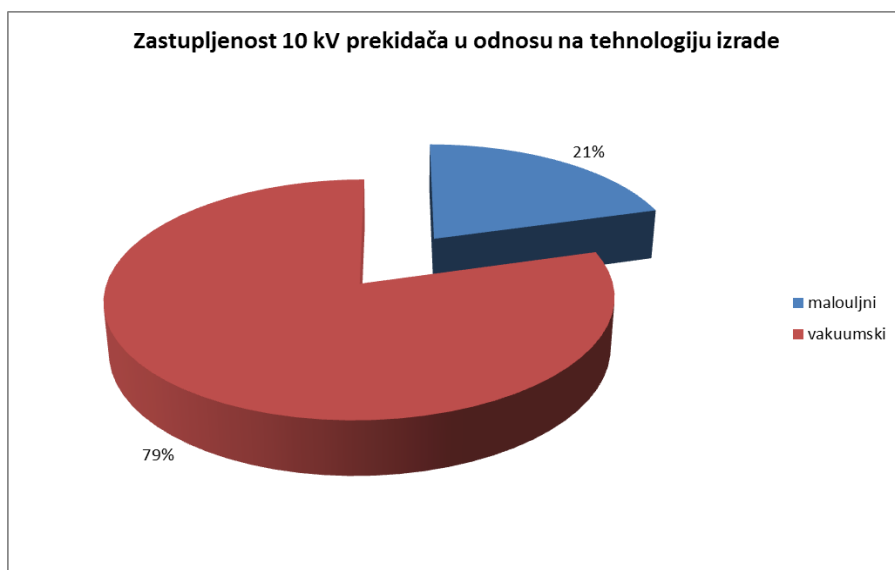
godina zamene	prekidači 10 kV	prekidači 35 kV
2006	49	
2007	38	
2008	15	33
2009	64	9
2010	22	13
2011	61	20
2012	168	44
2013	124	23
2014	151	56
2015	64	48
2018	65	16
2019	0	1
ukupno:	821	263

S obzirom na 95 transformatorskih stanica 110/x i 35/10 kV/kV na području Beograda, u istima je i znatan broj instaliranih prekidača, 10 kV je 1836 a 35 kV prekidača je 624.

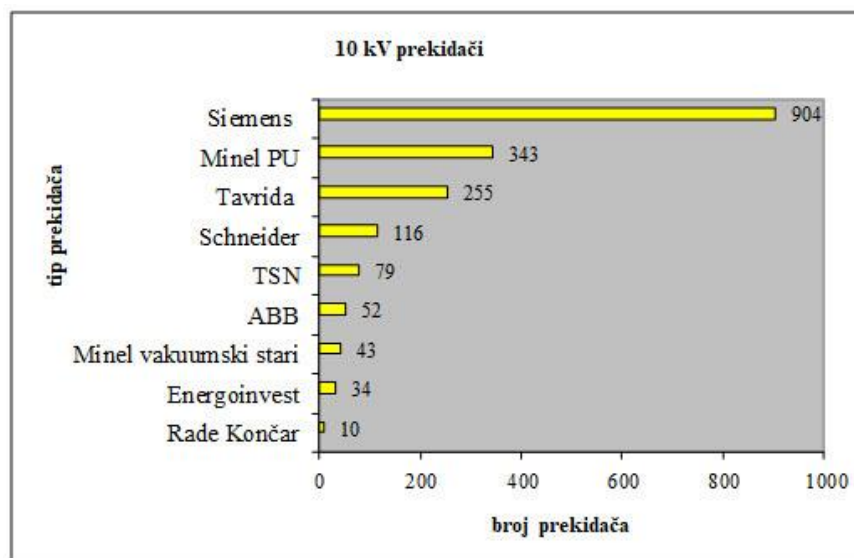
Zastupljenost po vrsti malouljnih i vakuumskih, i po tipu određenih proizvođača je data u narednim graficima.

TABELA 4 – ZASTUPLJENOST 10 KV PREKIDAČA U ODNOSU NA TEHNOLOGIJU IZRADE (TRENUTNO STANJE)

	broj prekidača 10 kV u TS
malouljni	377
vakuumski	1459
ukupno:	1836



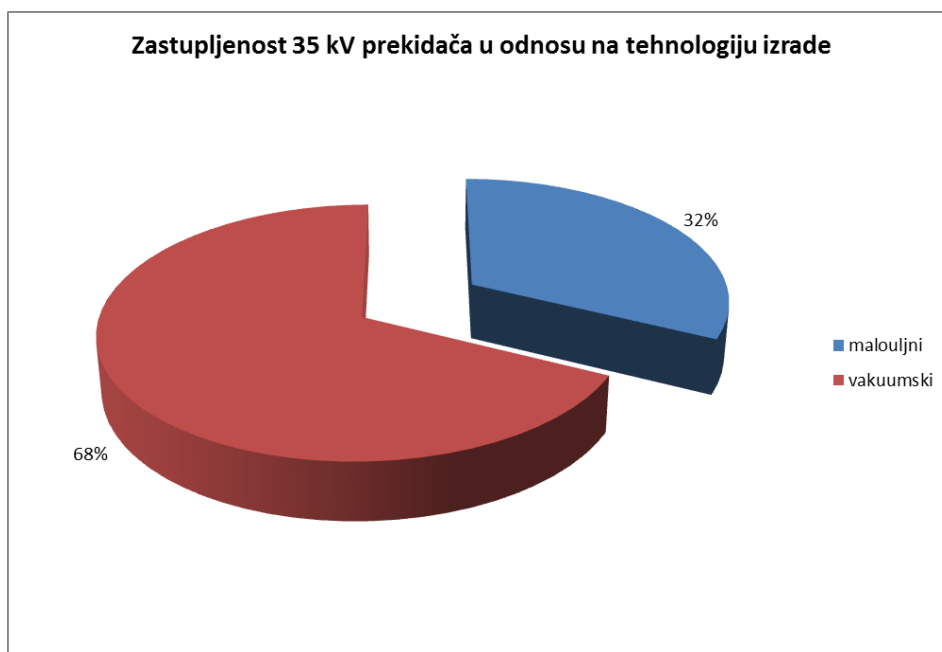
GRAFIKON 1 - PROCENAT ZASTUPLJENOSTI 10 KV PREKIDAČA U ODNOSU NA TEHNOLOGIJU IZRADE



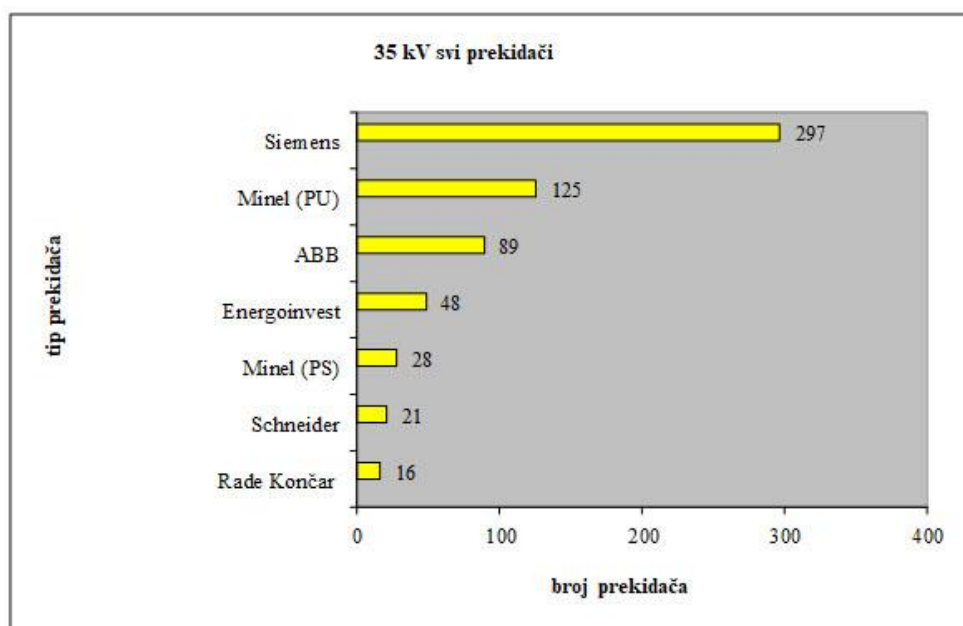
GRAFIKON 2 - ZASTUPLJENOST 10 KV PREKIDAČA PREMA TIPU (TRENUTNO STANJE)

TABELA 5 – ZASTUPLJENOST 35 KV PREKIDAČA U ODNOSU NA TEHNOLOGIJU IZRADE (TRENUTNO STANJE)

	broj prekidača 35 kV u TS
malouljni	201
vakuumski	423
ukupno:	624



GRAFIKON 3 - PROCENAT ZASTUPLJENOSTI 35 KV PREKIDAČA U ODNOSU NA TEHNOLOGIJU IZRADE



GRAFIKON 4 - ZASTUPLJENOST 35 KV PREKIDAČA PREMA TIPU (TRENUTNO STANJE)

Planom investicionog održavanja za period od 2020. do 2022. godine Služba za pripremu i nadzor održavanja je predvidela zamenu svih preostalih malouljnih prekidača 10 kV i 35 kV vakuumskim kao i zamenu 14 prekidača 110 kV. Napominjemo da se pri zameni prekidača strogo vodi računa o poštovanju vremena isključenja u saradnji sa Dispečerskim centrom 35 kV, s obzirom na obezbeđenje beznaponskog stanja, kao i da se u toku zamene rešavaju tehnički problemi koji se javljaju zbog prilagođavanja novih prekidača starim gabaritima i elementima u ćelijama, uz poštovanje tehničkih preporuka i omogućavanja što lakšeg održavanja pri remontu.



SLIKA 3 – 10 KV MALOULJNI I VAKUUMSKI PREKIDAČ U TS 35/10 KV/KV VI MUŠKA

4.2. Zamena prekidača 110 kV

Posebna pažnja u prethodne dve godine je data i zameni 110 kV prekidača. Posao je dosta složeniji s obzirom da je obavezno izraditi novi temelj za novi prekidač. Izvođenje tih građevinskih radova zahteva obezbeđenje beznaponskog stanja u dužem vremenskom periodu, što je u centralnom gradskom području potrebno dobro isplanirati kako se ne bi desilo da nepredviđenim okolnostima potrošači ostaju duže bez napajanja.

Do sada je na distributivnom području Beograd izvršena zamena tri 110 kV prekidača u transformatorskoj stanici 110/35 kV Beograd 1. Zamenjeni su stari prekidači novim prekidačima u SF6 tehnologiji. Daljim planom aktivnosti u naredne tri godine predviđena je zamena još 14 prekidača koji su eksploataciono u najlošijem stanju (uočeni su nedostaci kao što je obilno curenje ulja ili postojanje druga oštećenja).



SLIKA 4 – DEMONTAŽA MALOULJNOG 110 KV PREKIDAČA



SLIKA 5 – IZRADA TEMELJA ZA NOVI 110 KV PREKIDAČ



SLIKA 6 – MONTIRAN 110 KV SF6 PREKIDAČ

5. ZAKLJUČAK

S obzirom da je razvoj prekidača vakuumske tehnike dostigao veliki značaj, ovi prekidači postaju sve dominantniji u srednjenaponskim distributivnim postrojenjima. Teži se ka tome da se briga o prekidaču svede na minimum, jer u svom životnom veku prekidač može obaviti sve rasklopne operacije za koje je deklarisan bez potrebe za intervencijom (nema naknadnog podešavanja zazora, nema podmazivanja pokretnih delova ni u pogonskom mehanizmu ni na polovima prekidača). Proizvođači preporučuju da se u radnom veku prekidač ne rastavlja, ne otvara i da se preventivno održavanje svede samo na periodično praćenje vizuelnih indikatora, i da ga po isteku radnog veka treba zameniti novim, jer je svaka intervencija u smislu remonta prekidača ekonomski nepovoljnija od nabavke i ugradnje novog prekidača. Imajući u vidu da su se ugrađeni vakuumski prekidači u transformatorskim stanicama distributivnog područja Beograd sa aspekta održavanja pokazali kao izuzetno dobri, kao i sagledavajući ekonomske aspekte, zamena malouljnih prekidača vakuumskim će se nastaviti u svim transformatorskim stanicama u kojima je zamena planirana prema trogodišnjem planu.

6. LITERATURA

1. Uputstvo za rukovanje i održavanje malouljnih srednjenaponskih prekidača za unutrašnju montažu, Minel, 1987.
2. Vasović M., Vakuumski prekidači „bez održavanja“ – savremena koncepcija srednjenaponskih prekidača, 24.Savetovanje JukoCigre,Vrnjačka Banja 10.1999., R 13-04