

**ANALIZA ASPEKATA ZAMENE MALOULJNIH PREKIDAČA 35 KV ODGOVARAJUĆIM VAKUUMSKIM U POSTROJENJIMA SA IZVLAČIVIM ČELIJAMA****ANALYSIS OF ASPECTS OF LOW OIL CIRCUIT-BREAKERS 35 KV REPLACEMENT WITH COMPATIBLE VACUUM CIRCUIT-BREAKERS IN SWITCHGEARS WITH PULL-OUT COMPARTMENTS**

Saša KORDIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija  
Dejan VUČKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija  
Dejan ŽIVKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

**KRATAK SADRŽAJ**

Na konzumnom području ogranka Niš zamena malouljnih prekidača 35 kV vakuumskim je višegodišnja praksa koja se odvija po planovima remonata proisteklim iz redovnih godišnjih revizija po planovima revizija.

U odnosu na tip postrojenja postoje različita iskustva. Naime, u postrojenjima sa fiksnim prekidačima ovaj koncept se pokazao izvanrednim, dok je u postrojenjima sa izvlačivim čelijama došlo do čitavog niza problema, kako kod same ugradnje, tako i kod kasnije eksploatacije.

Namera grupe autora je da predstavi praktične probleme sa kojima su se sreli izvođači i ekipa Službe za održavanje TS 110/35 kV/kV u Ogranku Niš i kakva su rešenja iznađena u procesu prilagođenja.

**Ključne reči:** malouljni prekidač 35 kV, vakuumski prekidač 35 kV

**ABSTRACT**

In the consumption area of the Nis branch, the replacement of low oil circuit-breakers 35 kV with vacuum ones has been a long-term practice implemented according to the overhaul plans resulting from the regular annual audits according to the annual audit plans.

There have been different experiences depending on the type of switchgears. Namely, in switchgears with fixed mounted circuit-breakers this concept has proven remarkable, while in switchgears with pull-out circuit-breakers there has appeared a great variety of problems not only with the very installation but also with the operation afterwards.

The goal of the authors has been to present the practical problems that both the contractors and the team of the HV maintenance service in the Niš branch have encountered, as well as to present the solutions they have come up with in the adjustment process.

**Key words:** low oil circuit-breakers 35 kV, vacuum circuit-breakers 35 kV

Saša KORDIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, sasa.kordic@ods.rs  
Dejan VUČKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, dejan.vuckovic@ods.rs  
Dejan ŽIVKOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija, dejan.zivkovic@ods.rs

**1 UVOD**

Životni vek malouljnih prekidača 35 kV u Ogranku Niš, bez obzira na redovno i stručno održavanje, je u velikom procentu već pred istekom. Takođe, srećemo se i sa havarijama koje iziskuju hitnu zamenu oštećenog ili uništenog prekidača.

S obzirom da je malouljna tehnologija već prevaziđena, novi prekidači 35 kV se mogu nabaviti samo u vakuumskoj ili SF6 tehnologiji. Vakuumska tehnologija je pretežno prihvaćena u Ogranku Niš, te se iskustva na ugradnji odnose isključivo na ovu vrstu prekidača 35 kV.

U daljem tekstu obrađena su dva slučaja koja se odnose na isti tip postrojenja, ali na različite probleme koji su doveli do neophodnosti zamene prekidača 35 kV.

## 2 POSTROJENJA

Postrojenja koja su navedena u ovom razmatranju su slične konstrukcije i odnose se na TS 110/35/10 kV/kV/kV Niš 13 i TS 35/10 kV/kV Centar 2

### 2.1. TS 35/10 kV/kV Centar 2

Postrojenje 35 kV u TS 35/10 kV/kV Centar 2 se sastoji od ukupno 8 polja.

- dva transformatorska polja,
- četiri odvodno - dovodna polja
- dva sekciona polja.

Napajanje TS 35/10 kV/kV Centar 2 je radijalno iz pravca TS 110/35 kV/kV Niš 3. Konzum koji napaja predmetna transformatorska stanica je uži centar grada Niša.

Da bi se pouzdanost rada postrojenja 35 kV povećala, pristupilo se varijanti zamene malouljnih prekidača 35 kV MINEL PU 3512, novim prekidačima 35 kV SIEMENS 3AH 5312, na postojećim kolicima, u postojećem postrojenju 35 kV.

U procesu ugradnje predmetnih prekidača na postojeća kolica, javio se problem prostorne telemetrije, odnosno dovođenje pokretnih kontakata na identične kote u prostoru (kako bi se sačuvalo idealno uklapanje sa nepokretnim kontaktima), a da se pri tom očuva balans težine i funkcije uvlačenja i izvlačenja ćelija. Kao deo problema, javila su se sigurnosna rastojanja na obe bočne strane, kao i dubinski aksijalno ka pregradnoj ploči. Problem je prevaziđen ugradnjom dodatnih izolacionih pregrada po preporuci proizvođača. U početku eksploatacije nije dolazilo do nekih posebnih nepravilnosti u radu postrojenja, Vremenom se pojavljuje šuštanje u ćelijama i miris ozona. Primetni su tragovi oštećenja i degradacije na šrafovim kontakata i bakarnim šinama prekidača, a u istoj ravni tragovi na izolacionim pregradama.

Dodatni problem postrojenju stvara havarija toplovoda i ulazak vodene pare u kablovki prostor. Kvar na toplovodu je brzo otklonjen, čime je dotok vodene pare u postrojenje sprečen. Simptomatično je da je posle tog događaja povećana vlaga u postrojenju.

U redovnim godišnjim revizijama sprovedena su strujna i naponska ispitivanja opreme.

Prekidni element prekidača je ispitivan uređajem za naponsku proveru vakuumskih komora naponom 50 kV. Primarno ispitivanje kontakata prekidača vršeno je strujom od 100A. Izolovanost prekidača prema metalnim delovima proveravana je megaommetrom naponom od 5 kV.

U sekciji kojoj pripada odvodno – dovodna ćelija 35 kV „Pravac ka TS 110/35 kV/kV Niš 3C“ dolazi do proboja provodnog izolatora (Slika 1) i pri tom je oštećen prekidač. Havarija je sanirana i zamenjeni su svi oštećeni delovi postrojenja. Obim havarije i izgled delova odvodno – dovodne ćelije 35 kV „Pravac ka TS 110/35 kV/kV Niš 3C“ posle havarije dokumentovani su na Slici 2, Slici 3, Slici 4 i Slici 5.



**Slika 1.** Izgled unutrašnjosti odvodno – dovodne ćelije 35 kV „Pravac ka TS 110/35 kV/kV Niš 3C“ posle havarije

Identična havarija se po drugi put desila u predmetnoj ćeliji, pri čemu je oštećen prekidač i ćelija, a kao posledica sasvim drugog kvara koji se desio na KV 35 kV TS 110/35 kV/kV Niš 3 – TS 35/10 kV/kV Čele Kula.

S obzirom da KV 35 kV TS 110/35 kV/kV Niš 3 – TS 35/10 kV/kV Čele Kula polazi sa istog sistema sabirnica 35 kV u TS 110/35 kV/kV Niš 3, sprovedena analiza pokazala je da je, zapravo, havarija u odvodno – dovodnoj ćeliji 35 kV „Pravac ka TS 110/35 kV/kV Niš 3C“ posledica prenapona u zdravim fazama izazvanog trajanjem zemljospoja u vremenu do isključenja na KV 35 kV TS 110/35 kV/kV Niš 3 – TS 35/10 kV/kV Čele Kula.



**Slika 2.** Izgled kolica odvodno – dovodne ćelije 35 kV „Pravac ka TS 110/35 kV/kV Niš 3C“ posle havarije



**Slika 3.** Izgled potpornog izolatora u odvodno – dovodnoj ćeliji 35 kV „Pravac ka TS 110/35 kV/kV Niš 3C“ posle havarije

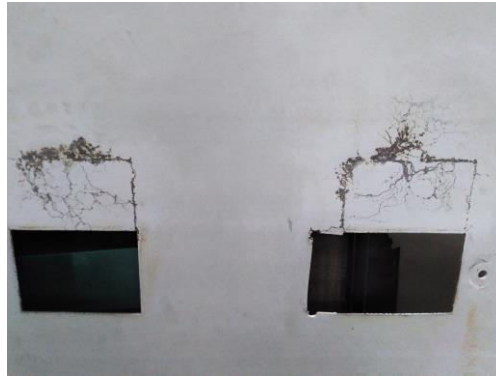


**Slika 4.** Klizna šipka pokretne pregrade u odvodno – dovodnoj ćeliji 35 kV „Pravac ka TS 110/35 kV/kV Niš 3C“ posle havarije

Na osnovu svih raspoloživih resursa, kao i konsultacija sa Izvođačima radova, sprovedene su sledeće aktivnosti:

- građevinska rekonstrukcija objekta TS 35/10 kV/kV Centar 2 u podrumskom delu. Opsežnim radovima izvršeno je sprečavanje povremenog dotoka vrele vode kod čestih havarija na toplovodu u šahti ispred zgrade TS 35/10 kV/kV Centar 2, i obezbeđenje prinudnog provetravanja objekta ventilatorima. Sve ove mere su bile neophodne da bi se prevelika vlaga u postrojenju koja se javljala kao isključiva posledica povremenog dotoka vrele vode iz toplovoda eliminisala kao jedan od uzroka havarija.
- izmena telemetrije položaja prekidača na kolicima u smislu povećanja rastojanja dubinski aksijalno ka pregradnoj ploči. Takođe je izvršeno balansiranje centra mase na čeonj strani kolica.
- izmena svih provodnih i potpornih izolatora u postrojenju, zamena pregradnih izolacionih ploča, obrada sabirnica i zamena dela sabirnica na sumnjivim deonicama. Takođe je, iz razloga svake sigurnosti, izvršeno uzemljenje tela provodnih izolatora.
- izvršeno je naponsko ispitivanje kompletnog postrojenja 35 kV, kao celine bez sekcionisanja, od strane ovlašćene institucije, o čemu svedoči odgovarajući Izveštaj.

Nakon sprovedenih predmetnih aktivnosti nisu se dešavali incidenti, iako su rađene manipulacije, aktivnosti na redovnom održavanju, kao i ispadi usled reagovanja uređaja relejne zaštite.



**Slika 5.** Oštećenja na pregradnoj ploči

## 2.2. TS 110/35/10 kV/kV/kV Niš 13

Postrojenje 35 kV u TS 110/35/10 kV/kV/kV Niš 13 se sastoji od ukupno 10 polja.

- dva transformatorska polja,
- pet odvodno - dovodnih polja
- dva merna polja,
- jedno sekciono polje.

Konzum koji napaja predmetna transformatorska stanica je deo centra, istočni i severoistočni deo grada Niša kao i industrijski objekti, tržno poslovni centri i zdravstveni centri, te je pouzdanost napajanja potrošača poseban prioritet. Napajanje TS 35/10 kV/kV Stevan Sindelić, TS 35/10 kV/kV Ratko Pavlović i TS 35/10 kV/kV

Medijana je iz pravca TS 110/35/10 kV/kV/kV Niš 13, bez mogućnosti trajnog rada na alternativnim pravcima napajanja.

Havarija jedne od sekcija koja se desila 6. marta 2018. zahtevala je neodložnu odluku o sanaciji postrojenja. Zamena celog postrojenja je bila neizvodljiva zbog hitnosti sanacije i uspostavljanja ponovnog redovnog napajanja pomenutih TS 35/10 kV/kV. Shodno navedenom, pristupilo se varijanti zamene 35 kV malouljnih prekidača MINEL PU 3512, novim 35 kV prekidačima SIEMENS 3AH 5312, na postojećim kolicima, u postojećem postrojenju 35 kV, potpuno analogno viđenom i oprobanom u TS 35/10 kV/kV Centar 2. Takođe, izvršena je zamena svih provodnih i potpornih izolatora u postrojenju, zamena pregradnih izolacionih ploča, obrada sabirnica i zamena dela sabirnica na sumnjivim deonicama.

Kao i u slučaju postrojenja 35 kV u TS 35/10 kV/kV Centar 2, u procesu ugradnje predmetnih prekidača na postojeća kolica, javio se problem prostorne telemetrije, odnosno dovođenje pokretnih kontakata na identične kote u prostoru (kako bi se sačuvalo idealno uklapanje sa nepokretnim kontaktima), a da se pri tom očuva balans težine i funkcije uvlačenja i izvlačenja ćeliji. Kao deo problema, javila su se sigurnosna rastojanja na obe bočne strane, kao i dubinski aksijalno ka pregradnoj ploči.

U početku eksploatacije nije dolazilo do nekih posebnih nepravilnosti u radu postrojenja. Međutim, vremenom se pojavljuje šuštanje i miris u odvodno – dovodnoj ćeliji ka TS 35/10 kV/kV Stevan Sindelić 2 i sekciono ćeliji. Primetni su tragovi oštećenja i degradacije na šrafovim kontakta i bakarnim šinama prekidača, a u istoj ravni tragovi na izolacionim pregradama.

U redovnim godišnjim revizijama sprovedena su strujna i naponska ispitivanja opreme.

Prekidni element prekidača je ispitivan uređajem za naponsku proveru vakuumske komore naponom 50 kV. Strujno su mereni prelazni otpori na kontaktima prekidača strujom od 100A. Izolovanost prekidača prema metalnim delovima proveravana je megaometrom naponom od 5 kV.

Analiza na osnovu svih raspoloživih resursa, kao i konsultacija sa izvođačima radova ishodovala je sledećim aktivnostima:

- izmena telemetrije položaja prekidača na kolicima u smislu povećanja rastojanja dubinski aksijalno ka pregradnoj ploči. Takođe je izvršeno balansiranje centra mase na čeonj strani kolica.

- izvršeno je naponsko ispitivanje postrojenja od strane ovlašćene institucije, o čemu svedoči odgovarajući Izveštaj.

Nakon sprovedenih predmetnih aktivnosti nisu se dešavali incidenti, iako su rađene manipulacije, aktivnosti na redovnom održavanju, kao i ispadi usled reagovanja uređaja relejne zaštite. Izgled postrojenja nakon rekonstrukcije prikazan je na Slici 6.



**Slika 6.** Rekonstruisano postrojenje Niš 13

### 3 ZAKLJUČAK

Osnovna ideja grupe autora bila je prenošenje iskustava stečenih primenom ovakvih načina prevazilaženja problema zastarele ili nefunkcionalne opreme, u ovom slučaju zamene malouljnih prekidača 35 kV odgovarajućim vakuumskim prekidačima 35 kV.

Manjkavosti ovakvog pristupa su višestruki i, po mišljenju grupe autora, trebalo bi tretirati postrojenja kao celinu koja je fabrički ispitana i atestirana i izbegavati svaku promenu koja nije praćena od strane fabričkih projekatata i radionički ispitana i atestirana.

Kada su u pitanju konstrukcije sa fiksnim prekidačima 35 kV, zamena malouljnih prekidača 35 kV odgovarajućim vakuumskim prekidačima 35 kV se u Ogranku Niš pokazala izuzetno efikasnom.

### LITERATURA

[1] ABB Switchgear Manual – Cornelsen Verlag, Berlin