

ANALIZA KVAROVA MERNIH TRANSFORMATORA 110 kV I ODVODNIKA PRENAPONA 110 kV

ANALYSIS OF FAILURES OF INSTRUMENT TRANSFORMERS 110 kV AND SURGE ARRESTERS 110 kV

Dušan OBRADOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

U razdoblju od oko 20 godina ispitivani su uglavnom merni transformatori 110 kV, a u novije vreme i metal-oksadni odvodnici prenapona 110 kV naponskog nivoa. Ispitivanja mernih transformatora 110 kV su obuhvatala ispitivanje parcijalnih pražnjenja i analize gasova rastvorenih u ulju (u daljem tekstu: GH analiza). GH analiza se koristila kao dodatna metoda koja će potvrditi ili opovrgnuti rezultate ispitivanja parcijalnih pražnjenja. Na mernim transformatorima 110 kV na kojima nema mogućnosti postavljanja sonde za ispitivanje parcijalnih pražnjenja su se po potrebi i po mogućnosti radile samo GH analize. Odvodnici prenapona 110 kV se proveravaju merenjem struja odvođenja u pogonu.

Kvarovi na mernim transformatorima 110 kV i odvodnicima prenapona 110 kV su bili jedan od važnijih parametara u odluci da se učestalije ispituju određene vrste ili tipovi uređaja. Kod odvodnika prenapona 110 kV ispituje se periodično na svim uređajima prema mogućnostima. Pored ovog drugi bitan parametar je starost i vrsta opreme. Na osnovu rezultata ispitivanja i broja kvarova donete su odluke o zameni određenog tipa opreme. U radu su prikazani kvarovi na mernim transformatorima 110 kV i odvodnicima prenapona 110 kV u prethodnih 18 godina. Izvršena je analiza kvarova i dosadašnjih mera na poboljšanju stanja opreme. Zaključak daje predlog mera za smanjenje broja kvarova.

Ključne reči: Merni transformator, odvodnik prenapona, ispitivanje, kvar

ABSTRACT

Over a period of 20 years testing of 110 kV instrument transformers mainly were done and more recently testing of metal oxide surge arresters of 110 kV voltage level were done. Tests on instrument transformers of 110 kV included testing of partial discharges and analysis of gases dissolved in oil (in the following text: GH analyses). GH analyses were used as an additional method to confirm or disprove the results of partial discharge tests. On 110 kV instrument transformers without the possibility of installing a probe for partial discharges, only GH analyses were performed as needed and, if possible. The 110 kV surge arresters were checked by measuring the leakage currents in operation.

Defects in 110 kV instrument transformers and 110 kV surge arresters were one of the most important parameters in the decision to perform more frequent testing of a particular sort or type of device. On 110 kV surge arresters, tests are performed periodically on all devices as far as possible. In addition to this, another important parameter is the age and type of equipment. Based on the test results and the number of failures, decisions were made to replace a particular type of equipment.

The failures of instrument transformers 110 kV and surge arresters of 110 kV in the previous 18 years are presented in the paper. The analysis of failures and measures taken to improve the condition of the equipment was carried out. The conclusion proposes measures to reduce number of failures.

Key words: Instrument transformer, surge arrester, testing, failure

UVOD

Merni transformatori 110 kV (u daljem tekstu: MT) i odvodnici prenapona 110 kV (u daljem tekstu: OP) su brojna oprema u transformatorskim stanicama 110/x kV. MT se nalaze u više polja za svaku fazu i u nekim slučajevima pojedinačno kao indikacioni naponski transformator 110 kV. OP su ugrađeni u blizini svakog transformatora 110/x kV. Provere stanja MT i OP se obavljaju prema mogućnostima. S obzirom na brojnost MT i OP i nepotpun uvid u stanje svih mogu se očekivati kvarovi u budućnosti, ali u manjoj meri zbog zamena MT i OP.

KVAROVI MERNIH TRANSFORMATORA 110 kV

Povremenim merenjima parcijalnih pražnjenja ultrazvučnom metodom na MT kod kojih se to može uraditi i urađenim GH analizama kao potvrdom merenja parcijalnih pražnjenja gde su nađena parcijalna pražnjenja, pre većeg kvara se mogu preventivno zameniti MT sa utvrđenim parcijalnim pražnjenjima kako bi se izbegle veće štete daljim razvijanjem kvara. Kod MT kod kojih nema mogućnosti merenja parcijalnih pražnjenja ultrazvučnom metodom, GH analizom se mogu utvrditi parcijalna pražnjenja i/ili neki drugi kvar. Kvarovi MT (a i druge opreme) mogu da se pojave iako se ispitivanjem parcijalnih pražnjenja i/ili GH analizom nije utvrdio kvar. Neki kvarovi tipa jačih električnih pražnjenja se polako razvijaju, a neki se razvijaju veoma brzo. I u jednom i u drugom slučaju može se dogoditi kvar jačih električnih pražnjenja na MT iako je pre nekog kraćeg ili dužeg vremena ispitivanje pokazalo da kvara nema.

U tabeli 1 su prikazani kvarovi MT od 2003. do 2020. godine. Prva oznaka je slovo i označava vrstu S – strujni i V – naponski. Druga oznaka je slovo i označava proizvođača i ide redom slovima abecede. Treća oznaka je broj i označava tip MT odgovarajućeg proizvođača.

TABELA 1 – KVAROVI NA MT OD 2003. DO 2020. GODINE

Redni broj	Datum kvara	Tip mernog transformatora	Godina proizvodnje	Uzrok	TS
1	21.07.2003.	SA1	1975	Proboj	Sombor 2
2	20.09.2003.	SA1	1975	Proboj	Odžaci
3	24.08.2004.	SA4	1980	Proboj	Novi Sad 2
4	06.04.2005.	VA1	1964	Proboj	Kikinda 1
5	31.07.2005.	SA1	1975	Proboj	Pančevo 3
6	26.01.2006.	VA1	1986	Proboj	Kovin
7	05.12.2006.	SB3	1984	Parcijalna pražnjenja	Subotica 1
8	11.05.2007.	VA1	1969	Proboj	S.Mitrovica 1
9	16.08.2008.	SA1	1969	Proboj	S.Mitrovica 1
10	08.12.2008.	VA1	1969	Proboj	S.Mitrovica 1
11	03.08.2009.	VA6	1986	Proboj	B.Palanka 2
12	16.02.2010.	VA3	1978	Proboj	Šid
13	06.06.2010.	VA3	1978	Proboj	Ruma-2
14	19.07.2010.	VA0	nepoznato	Proboj	Zrenjanin-1
15	25.07.2012.	SB3	1984	Proboj	Senta-2
16	27.05.2014.	VV1	2004	Proboj	Novi Sad-1
17	07.11.2015.	VV1	2004	Proboj	Vršac-2
18	11.04.2016.	SB3	1983	Parcijalna pražnjenja	Zrenjanin-3
19	21.07.2018.	SA3	1976	Proboj	Begejci
20	14.10.2019.	VV1	2004	Proboj	Novi Sad-1

U 2017. godini je prilikom merenja parcijalnih pražnjenja utvrđeno pet MT sa parcijalnim pražnjenjima što je potvrđeno GH analizom ulja i oni su zamenjeni. Oni nisu ubačeni u Tabelu 1 iako kvar postoji. I pre toga su ispitivanjima pronađeni MT sa parcijalnim pražnjenjima koji su zamenjeni i koji takođe nisu ubačeni u Tabelu 1. Ciljanim GH analizama u 2015. i 2016. godini na starijim i novijim MT [2] su, od 73 ispitana komada, na 9 pronađene različite vrste kvarova: grejanje, parcijalna pražnjenja i slaba električna pražnjenja ili kombinacija prethodno navedenih. U Tabeli 1 se pod rednim brojem 7 nalazi MT kod kojih je došlo do pojave dima i izobličenja ekspanzione posude (membrane) i pod rednim brojem 18 izobličenja membrane, a GH analiza je potvrdila parcijalna pražnjenja. Na Slici 1 je prikazan izgled membrane zbog naglog stvaranja gasova usled parcijalnih pražnjenja za redni broj 18.



SLIKA 1 – IZGLED MEMBRANE

U Tabeli 2 su dati rezultati GH analize predmetnog MT koji potvrđuju prisustvo parcijalnih pražnjenja. Mala količina acetilena pokazuje da su postojala i slaba električna pražnjenja.

TABELA 2 – REZULTATI GH ANALIZE

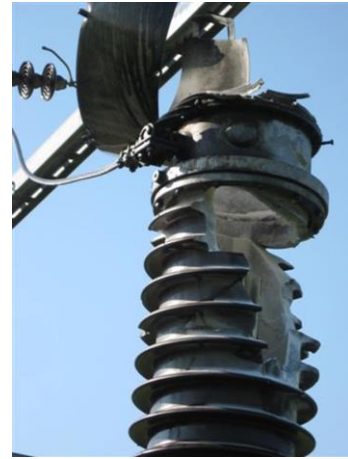
Gasovi	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	CO	CO ₂
Količine u ppm	13782	2986	3	6	507	40	791

Prosečna starost mernih transformatora 110 kV iz Tabele 1 je 29,21 godinu. Prosečna starost bi bila nešto veća jer je naponski transformator 110 kV pod rednim brojem 14 iz Tabele 1 bio u vreme kad je eksplodirao stariji od 40 godina čime bi prosečna starost za svih 20 bila oko 30 godina.

U 2010. godini je počela ciljana zamena većeg broja MT najstarijih tipova SA i VA u poljima u kojima se nalazio jedan ili više MT sa lošim karakteristikama po rezultatima GH analize. Kasnije su menjani manje stari, a prilikom nekih rekonstrukcija transformatorskih stanica zamenjeni su zatečeni stariji MT.

Ako se uporede periodi od 8 godina, 2003-2010. i 2011-2019. vidi se da je u prvom bilo 14 kvarova, a u drugom 6 kvarova. Očigledno je da je zamena većeg broja MT imala uticaj na smanjenje broja kvarova. U periodu 2011-2019. tri kvara su bila na novijim MT, svi istog tipa iz 2004. godine. Isti broj kvarova je u tom periodu na starim i na novijim MT.

Na Slici 2 su prikazani eksplodirani MT. Kao što se može videti na gornje tri slike i na donjoj levo, eksplozija bi potpuno ili delimično raznela porcelanski izolator uz manju ili veću štetu na drugoj opremi i uređajima u transformatorskoj stanici (rastavljači, prekidači, transformator, izolatori, ormani, kablovi,...). Pored toga i vatra od raspršenog zapaljenog mineralnog izolacionog ulja može da ošteti predmetnu opremu. Na donjoj slici desno je MT (nakon skidanja sa postolja) sa kompozitnim izolatorom. Kompozitni izolator se usled proboja i visokog pritiska odvojio od "kazana" i odleteo u vazduh vezan priključnom stezaljkom na aluminjumsko uže. Kompozitni izolatori su zbog mogućih eksplozija bolja varijanta jer izazivaju manju štetu na okolnoj opremi i uređajima.



SLIKA 2 – EKSPLOZIJE MT

U [1] je prikazano da se postotak ispitanih MT sa utvrđenim parcijalnim pražnjenjima smanjuje, 2005. godine 3% ispitanih MT, 2009. godine 2% ispitanih MT i 2017. godine 1,4% ispitanih MT. Ovo pokazuje da ultrazvučna ispitivanja parcijalnih pražnjenja i GH analize sa zamenom MT koji imaju loše rezultate i ciljane zamene najstarijih MT i onih koji su bili podložniji kvarovima daju rezultate, tj. smanjuju broj potencijalnih kvarova. Ultrazvučna ispitivanja parcijalnih pražnjenja i GH analize dela onih MT kod kojih nije moguće obaviti ispitivanje parcijalnih pražnjenja u cilju utvrđivanja stanja treba nastaviti u određenim vremenskim razmacima koji ne treba da budu duži od pet godina. Što su kraći vremenski razmaci između ispitivanja to bolje za utvrđivanje stanja.

KVAROVI ODVODNIKA PRENAPONA 110 kV

Na području koje održavamo ima 327 odvodnika prenapona 110 kV na 109 transformatora. U Tabeli 3 su prikazani kvarovi od 2003. do 2020. godine.

TABELA 3 – KVAROVI NA OP OD 2003. DO 2020. GODINE

Redni broj	Datum kvara	Tip odvodnika prenapona	Godina proizvodnje	Uzrok	TS
1	2004.	3EP2		Proboj	Novi Sad-4
2	2005.	3EP2		Proboj	Novi Sad-4
3	13.07.2006.	3EP2		Proboj	Novi Sad-4
4	23.06.2010.	VOP 6ea		Proboj	Novi Bečej
5	25.01.2011.	3EP2		Proboj	Novi Sad-6
6	30.07.2011.	VOP 6ea		Proboj	Pančevo-4
7	16.12.2012.	VH-4		Proboj	Bačka Palanka-2
8	24.12.2019.	VOP 6ea		Proboj	Pančevo-4
9	05.01.2020.	VOP 6ea		Proboj	Zrenjanin-4

U 2017. godini je 198 metal-oksidnih OP ispitano merenjem efektivne vrednosti struje I_{rms} (μA), vršne vrednosti struje I_p (μA) i struje trećeg harmonika I_{3h} (μA) [1]. Osciloskopsko snimanje talasnog oblika struje odvođenja nije rađeno. Tada je pronađen jedan OP tipa 3EL2 kod kojeg zbog velike vrednosti struje nije bilo moguće izmeriti struje odvođenja i isti je zamenjen.

Ako izuzmemo tri komada tipa 3EP2 pod rednim brojevima 1, 2 i 3 u Tabeli 3 koji su svi iz jednog transformatorskog polja i kod kojih je po svemu sudeći postojala greška u proizvodnji imamo još šest kvarova. Četiri kvara su na starijem tipu VOP 6ea i po jedan na novijim tipovima VH-4 i 3EP2.

U narednom periodu je neophodno da se stariji tipovi sa iskrištima (SiC) postepeno zamenjuju sa metaloksidnim odvodnicima prenapona sa kompozitnim izolatorima.

ZAKLJUČAK

Preduzete mere koje obuhvataju periodična ispitivanja MT i OP i zamene MT i OP usled njihovih nedostataka ili prilikom rekonstrukcija transformatorskih stanica dovele su do smanjivanja broja kvarova. Takođe su dovele i do toga da se prilikom ispitivanja pojavi manji postotak neispravnih uređaja, tj. onih sa kvarom. Bez obzira na preduzete mere na održavanju MT i OP opet se javljaju kvarovi i njih možemo očekivati i u narednom periodu. Bez obzira na to neophodno je i nadalje periodično ispitivati i stare i nove MT i OP. Sagledavanjem prethodnih rezultata ispitivanja, vršiti ciljana i učestalija ispitivanja na delu tipova MT i OP koji su u većem postotku imali kvarove ili veći postotak loših rezultata. Postepeno zameniti starije tipove OP sa iskrištima sa metaloksidnim OP.

LITERATURA

1. D. Obradović, A. Antičić 2018, "Provera stanja mernih transformatora 110 kV i odvodnika prenapona", CIRED Srbija, Rad R-1.07.
2. D. Obradović, 2017, "Novi slučajevi grešaka i kvarova mernih transformatora 110 kV", CIGRE Srbija, Rad A3-02