

AKTIVNIJA ULOGA TEHNIKE ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA

M. RADUNOVIĆ

PD za distribuciju električne energije “Elektrovojvodina” d.o.o. Novi Sad
Elektrodistribucija “Sombor”
Srbija

V. MIJATOVIĆ

PD za distribuciju električne energije “Elektrovojvodina” d.o.o. Novi Sad
Elektrodistribucija “Sombor”
Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Tehnika zemljospojnog prekidača je lokalna automatika koja se ustalila kao izuzetno korisno rešenje u transformatorske stanice 110/20 kV “Elektrovojvodine”. Otklonjene su sumnje i nerazumevanja oko ovog genijalno osmišljenog rešenja. Umesto isključenja i ponovnog brzog uključenja izvoda za eliminisanje prolaznog zemljospoja kruto se uzemljava neispravna faza u transformatorskoj stanici 110/20 kV sa istim pozitivnim ishodom ali bez prekida u napajanju potrošača.

Svakodnevnim praćenjem rada tehnike zemljospojnog prekidača u okruženju signala koji dolaze sa kompletnog razvoda 20 kV uz snimanje prelaznih pojava registratorom događaja unapredili smo automatiku. Definisali smo vreme uključenosti pola zemljospojnog prekidača, usporenje uključenja na zemljospojni događaj, blokade koje eliminišu nepotrebni rad i opravdanost zadržavanja jednog otpornika za dva ili tri transformatora. O svemu ovome smo ranije pisali, ovde ćemo dodati nova iskustva.

Zemljospojni prekidač radi sezonski, najčešće zbog ptica u žetvi ili grmljavine. Zbog toga razmišljamo o uvođenju daljinske komande uključenja svakog pola ponaosob. Pomoglo bi da ne čekamo prolazni kvar na “zdravoj” fazi ako već imamo “slaboizolovanu” van sezone rada. Time bi inicirali kratak spoj sa mnogo većom energijom koja bi ili razorila slabo mesto i kvar učinila trajnim ili nam omogućila da na osnovu struje izvršimo makrolokaciju kvara. Objavili smo rad o iznalaženju slabih mesta na osnovu struja kvara a uz pomoć DMS-a. Ovo nije dobro za transformator i treba ga restriktivno koristiti ali će se svakako desiti kod prolaznog kvara na zdravim fazama. Problem ćemo brže rešiti na zadovoljstvo potrošača. Utisak je da će ovakvih kvarova biti sve više zbog starosti izolacije i ograničenih investicija u zamenu. Napominjemo da je makrolokacija na osnovu struje zemljospoja izuzetno nepouzdana.

Statistiku uspešnosti rada tehnike zemljospojnog prekidača treba posmatrati isključivo u odnosu na događaje koje ona može da reši (prolazne kvarove). Preskok na jednoj fazi prilikom uključanja pola na drugoj koji isključuje izvod ne može se smatrati neuspešnim radom. Uveli smo termin "slaboizolovani izvod" (po analogiji i faza) na kome zbog smanjenog kvaliteta izolacije dolazi do preskoka. Dok se to mesto ne pronade i ne zameni neispravni element problem će rešavati brzi APU. Jedno od rešenja je produženje vremena trajanja zemljospoja kako bi prerastao u kratak spoj i očistio mrežu od slabih mesta.

Komentarišaćemo analize pogonskih događaja u radovima na prethodnom savetovanju, prilikom kojih je u vreme rada tehnike zemljospojnog prekidača dolazilo do ispada dva transformatora ili trajnih kvarova.

Ključne reči: tehnika zemljospojnog prekidača, daljinska komanda polovima zemljospojnog prekidača

UVOD

Elektrodistribucija "Sombor" ima sreću (ili nesreću) da je prva u Vojvodini krenula i prva okončala prelazak sa transformacije 110/35/10 kV na transformaciju 110/20 kV. Verovatno i u Srbiji. Zbog prirode srednjenaponske mreže na našem terenu (pretežno nadzemna) pojavili su se problemi koji su se vremenom usložnjavali. Da li su kolege koje su planirale taj veliki posao pretpostavljale šta će se dešavati nije nam poznato. Nama je ostalo da se borimo sa posledicama.

Zemljospoj u 10 kV mreži sa izolovanim zvezdištem tolerisan je dva sata (ponekad i dva dana) jer je ograničavajući faktor bila mogućnost preskoka na drugoj fazi i kratak spoj. U 20 kV mreži sa zvezdištem na 20 kV strani transformatora 110/20 kV uzemljenim preko otpornika sa ograničenjem struje na 300 A kod pojave zemljospoja zaštita je isključivala izvod, a uređaj za automatsko ponovno uključanje uključivao isti posle 0,3 sekunde ili 3 minuta. Zemljospojni prekidač ovo menja tako što eliminiše kratkotrajni prekid napajanja ukoliko kvar nije trajan.

Izolacija kablova, postrojenja i izolatora 20 kV u pojedinim delovima godine izuzetno je naprezana usled prolaznih zemljospoja iako fazni napon ne raste iznad međufaznog. Nedostatak novca za investicije onemogućio je zamenu opreme posle radnog veka od 30 godina. Zapuštenost i nedovoljno održavanje transformatorskih stanica 20/0,4 kV koje nisu vlasništvo distribucije zbog često nedefinisanih vlasničkih odnosa i propadanja preduzeća kojima pripadaju, čine sumornu sliku 20 kV mreže na našem terenu.

Zbog toga smo se angažovali da, kao neko ko se bavi merenjem i zaštitom, održimo i usavršimo tehniku zemljospojnog prekidača kao genijalno osmišljeno rešenje koje amortizuje preko 90 % kratkotrajnih prekida u napajanju na zadovoljstvo potrošača. Imali smo dodatni motiv da rasteretimo izvodne prekidače drastičnim smanjenjem automatskih ponovnih uključanja i produžimo im radni vek. To je bilo značajno za transformatorske stanice sa maloulnim srednjenaponskim prekidačima jer smo ugradnjom jednog zemljospojnog prekidača sa vakuumskim komorama rasterećivali do 16 izvodnih prekidača. Svesni smo da ne rešavamo uzroke već lečimo posledice, ali to je ono što je jeftino i brzo. Zamena izolacije, eventualno korišćenje slaboizolovanih kablova i kvalitetno održavanje "tuđih" transformatorskih stanica 20/0,4 kV verovatno će tehniku zemljospojnog prekidača učiniti suvišnom, ali to vidimo kao daleku budućnost.

Problemi sa ispadom dva transformatora sa zajedničkim otpornikom u neutrali 20 kV u toku rada tehnike zemljospojnog prekidača lako su rešivi ali nisu dobro analizirani. Ugradnja jednog otpornika za dva (čak i tri) transformatora motivisana je delom uštedom a delom bržim i lakšim paralelovanjem. Postoje predlozi da svaki transformator ima svoj otpornik. To bi zakomplikovalo paralelovanje i iziskivalo ugradnju dva zemljospojna prekidača. Rešenje sa koncentrisanjem kablovskih izvoda na jedan transformator (bez tehnike zemljospojnog prekidača) a nadzemnih i mešovitih na drugi (sa tehnikom zemljospojnog prekidača) kao posledicu ima problem prilikom rezerviranja, kada zbog kvara ili remonta jedan transformator napaja celokupni konzum.

Vreme trajanja uključenosti pola zemljospojnog prekidača ustalili smo na 150 milisekundi na svih sedam transformatorskih stanica 110/20 kV na terenu ED "Sombor". Iskustvo pokazuje da je to dovoljno da bi se ugasio luk na mestu kvara. Iako ima zagovornika ideje o što bržem uključanju pola po pojavi zemljospoja (konceptija korišćena na početku ugradnje ove lokalne automatike) iskustvo pokazuje da je to pogrešan pristup. Uvođenje usporenja od 50 milisekundi bilo je oprezno i stidljivo, smatramo da ga treba produžiti bar na 100 milisekundi. Time će pouzdanije raditi predviđene blokade rada zemljospojnog prekidača (prilikom uključanja izvoda, pojave kratkog spoja i zemljospoja na čisto kablovskom izvodu).

Nameće se ideja o daljinskoj komandi uključenja pola zemljospojnog prekidača. Isključenje bi bilo automatsko posle zadatog vremena. Ovo bi bila jedna svesno izazvana odrada zemljospojnog prekidača na "zdravoj" fazi sa ciljem izazivanja kratkog spoja radi razaranja ili pronalaženja kvara na "slaboizolovanoj" fazi. Kvarovi koji se pojavljuju kao promenljivi otpor izolovanosti pojedinih elemenata u zavisnosti od vremenskih uslova jako su teški za iznalaženje. Oštećeni izolatori, koji se ne raspadnu da bi bili uočeni i ne probijaju kada je napolju suvo, kod pojave vlage imaju smanjen otpor izolacije. Na njima dolazi do preskoka koji struja kvara osuši tako da su izvesno vreme mirni a izazvali su rad zemljospojnog prekidača i isključenja izvoda koji posle kratkog vremena budu uspešno uključeni. Problem je što se to dešava u lošim vremenskim uslovima kada su ograničene metode traženja kvara, a potrošači imaju isprekidano i nekvalitetno napajanje.

AUTOMATIKA I BLOKADE TEHNIKE ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA

Prelaskom na 20 kV mrežu gde su zvezdišta transformatora uzemljena preko otpornika za ograničavanje struje kvara promenjen je pristup zemljospojnoj zaštiti. Struja zemljospoja u zaštitni rele dovodi se ili iz obuhvatnog ili iz zvezdišta tri strujna merna transformatora. Zbog eliminisanja lažnih prorada usled kratkotrajne asimetrije uvedeno je vremensko zatezanje ili uslovljavanje rada ove zaštite pojavom struje kroz otpornik koju registruju strujni merni transformatori u neutralama 20 kV transformatora 110/20 kV. Tehničke preporuke EPS-a definišu vremensko zatezanje $t \leq 1$ sekunda. U praksi se pribegavalo što kraćem vremenu, od trenutnog rada kod obuhvatnih transformatora i uslovljene zaštite kod nulte komponente iz tri strujna merna transformatora do najčešće 0,2 sekunde tamo gde nije korišćen uslov. U strahu od pojave opasnog napona dodira na mestu kvara žurilo se sa isključenjem i time objektivno štitila loša izolacija.

Zbog toga smo nakon dugotrajnih analiza odlučili da ne žurimo sa eliminisanjem zemljospoja i uveli vremensku zadržku od 50 milisekundi na uključanje pola ZP. Iako nismo očekivali negativne posledice krenuli smo oprezno. Vreme je pokazalo ispravnost ovakvog opredelenja i potrebu da trajanje usporenja produžimo na minimum 100 milisekundi. Predlozi da se vreme usporenja smanji ili ukine nisu dovoljno osmišljeni jer je smanjenje neozbiljno a ukidanje nepotrebno. Jasno je da kod trenutnog naloga za uključanje pola zemljospojnog prekidača nema smisla govoriti o bilo kakvim blokadama jer jednostavno nebi imale kad da deluju. Dodatno, usporenje se pokazalo korisno kod pojave dvopolnog kratkog spoja sa zemljom. Dešavalo se nepotrebno uključenje pola čiji je podnaponski član brže reagovao verovatno usled manje inercije. Zbog ovakvih situacija treba razmišljati o još većem produženju vremena uzimajući u obzir Tehničke preporuke i preporučeno vreme do 1 sekunde.

Blokade rada tehnike zemljospojnog prekidača su:

- Daljinska blokada rada kad dispečer to smatra neophodnim,
- Nedoovoljeno uključenje na kratak spoj,
- Nedoovoljeno uključenje drugog pola kada je jedan već uključen,
- Blokada rada u trajanju od 4 sekunde posle odrađenog ciklusa,
- Blokada od uključnja bilo kog izvodnog prekidača (na našim transformatorskim stanicama dodali smo uslov istovremene pojave zemljospojne zaštite na izvodu koji se uključuje),
- Blokada rada kada se pojavi zemljospoj sa kablovskog izvoda,
- Nalog isključenja kada se u toku uključenosti jednog pola pojavi pad napona na drugoj fazi usled pojave kratkog spoja.

Odlučili smo da testiramo pogodnosti koje bi dobili povezivanjem daljinske komande svakog pola zemljospojnog prekidača ponaosob. To vidimo kao pomoćni alat dispečerima za rešavanje problema izazvanih oštećenom izolacijom koja u zavisnosti od vremenskih uslova ili normalno funkcioniše ili se na njoj dešavaju preskoci.

ANALIZA PONUĐENIH REŠENJA

U nastavku analiziramo primedbe i predloge iznete u radovima na 8. Savetovanju 2012. godine i detaljnije obrazložemo ideje o daljinskoj komandi polovima i uključanju drugog pola u toku istog ciklusa rada tehnike zemljospojnog prekidača.

Mogućnost da dispečer daljinski blokira rad tehnike zemljospojnog prekidača prvi smo uveli na transformatorskoj stanici 110/20 kV Sombor 2 i do danas to rešenje nije osporeno. Nećemo ga dalje

komentarisati. Blokada od uključanja jednog pola ZP na kratak spoj datira od prvobitnog rešenja, zavisi od automatike i uvođenjem usporenja na uključanje postaje pouzdanija. Za uključanje drugog pola kada je jedan već uključen imamo dvostruku blokadu (u automatici i preko pomoćnih kontakata).

Blokada rada posle završenog ciklusa (kod nas 4 sekunde) nećemo menjati. Postojale su ideje da se 4 sekunde blokira samo pol koji je radio a druga dva ne. To razmišljanje uklapa se u našu ideju za uključanje drugog pola po isključenju onog koji je radio zbog prolaznog kvara na drugoj fazi. Uključenje drugog pola dešava se u okviru istog ciklusa, a posle toga sledi 4 sekunde blokade.

BLOKADA OD UKLJUČENJA IZVODNOG PREKIDAČA

Ova blokada nastala je iz želje da se sačuva blokada automatskog ponovnog uključanja na izvodima prilikom izdavanja komande uključanja. Stavljanje tehnike zemljospojnog prekidača u istu ravan sa uređajem za automatsko ponovno uključanje proizilazi iz neshvatanja celine zemljospojne zaštite 20 kV mreže sa i bez zemljospojnog prekidača. Uređaj za automatsko ponovno uključanje radi za izvod na kome je montiran a tehnika zemljospojnog prekidača pokriva sve izvode i trafo polja 20 kV sa sabirnicama. Nema smisla da tehnika zemljospojnog prekidača ide u blokadu kada serviseri popravljaju izvodne prekidače pa ih više puta uključuju i isključuju. Da bi se dobilo ono što se želelo (blokada tehnike zemljospojnog prekidača ukoliko izvod bude uključen na zemljospoj) na našim transformatorskim stanicama ova blokada se koristi ali uz istovremenu pojavu naloga uključanja i zemljospojne zaštite na istom izvodu. Da bi ovo funkcionisalo potrebno je usporenje uključanja pola zemljospojnog prekidača.

BLOKADA KOD ZEMLJOSPOJA NA KABLOVSKOM IZVODU

U želji da sprečimo nepotrebni rad tehnike zemljospojnog prekidača kod događaja koje ne može da reši jer su kvarovi na kablovima trajni, na transformatorskim stanicama 110/20 kV Sombor 2 i Apatin povezali smo blokiranje rada prilikom pojave zemljospoja sa čisto kablovskih izvoda. Rešenje se pokazalo izuzetno dobro tako da će biti realizovano na svim transformatorskim stanicama. Prolazni zemljospoj moguć je i na čisto kablovskim izvodima na postrojenjima u transformatorskim stanicama 20/0,4 kV zbog načete izolacije i vlage ali je to statistički beznačajano. Ova blokada je proistekla iz iskustvene odluke da se na čisto kablovskim izvodima ne koristi uređaj za APU. I za njenu funkcionalnost potrebno je usporenje uključanja pola zemljospojnog prekidača.

UBRZAVANJE ISKLJUČENJA ZBOG POJAVE KRATKOG SPOJA DOK JE JEDAN POL UKLJUČEN

Ubrzanje isključenja pola zemljospojnog prekidača nema veliku težinu. Ako se kratak spoj zatvori preko nekog od izvoda, izvodna kratkospojna zaštita će blokirati prvi stepen sabirničke (0,1 sekund) i trenutno isključiti kvar. Ukoliko se kvar zatvori na sabirnicama ispred strujnih reduktora na izvodima drugog transformatora pojavljuje se struja kratkog spoja koja ne treba da isključi prvi transformator jer je svako uključanje pola zemljospojnog prekidača prolazni zemljospoj na sabirnicama koji traje manje od 150 milisekundi i u tom intervalu ne može se tretirati kao kvar. Međutim, nema ko da blokira prvi stepen kratkospojne sabirničke zaštite. Razmišljali smo o povezivanju signala ubrzanja (kada je već parametriziran) za blokadu sabirničke zaštite ali smo se zbog veće sigurnosti opredelili za montiranje obuhvatnog strujnog mernog transformatora iza zvezdišta izlaznih veza sva tri pola zemljospojnog prekidača prema uzemljenju. Struja kroz pol zemljospojnog prekidača uvedena je na treći strujni član automatike, podešena na 1200 A i iskorišćena za blokadu prvog srepna sabirničke zaštite. To je „sirotinjska“ zamena za izvodni prekidač i njegovu zaštitu i sigurno će sprečiti ispade oba transformatora kod ovakvih pogonskih događaja.

Predlog da se koriste veća podešenja (600 A) struja neutrala za ovu namenu opravdan je za slučajeve kada je preskok na transformatoru na kome nije zemljospojni prekidač. Naša ideja je da zemljospojni prekidač tretiramo kao izvodni a ne sabirnički problem tako da merenjem struje kroz pol koji je uključen dobijamo zanimljive podatke i pouzdano blokiramo prvi stepen sabirničke zaštite bez obzira na kom transformatoru je preskok. U slučaju preskoka na transformatoru na kome je zemljospojni prekidač kratak spoj se ne zatvara kroz neutralske i pomenuta zaštita ga neće registrovati, transformator će ispasti posle 0,1 sekunde, pre isključenja pola zemljospojnog prekidača .

Uvođenje ubrzanja isključenja pola zemljospojnog prekidača kod pojave kratkog spoja u toku njegove uključenosti je stvar istorije. Želelo se da polovi zemljospojnog prekidača, koji su vakuumski, isključe kratak spoj umesto izvodnih, tada malouljnih prekidača. Nije sigurno da je bilo šta postignuto, napravljena

je mrtva trka između pola zemljospojnog prekidača i izvodnog prekidača. Uz dosta sreće, uz loš rad opreme, ova komanda je mogla sprečiti ispad prvog transformatora u napred opisanom scenariju ukoliko bi pol zemljospojnog prekidača isključio za manje od 0,1 sekunde od pojave kratkog spoja ili vremenski član sabirničke zaštite rasipao vreme. Ubrzanje isključenja na uključeni pol zemljospojnog prekidača šalje komandu isključenja istovremeno sa komandom isključenja izvodnog prekidača od zaštite i stvar je slučaja ko će brže reagovati, čija inercija je manja. U međuvremenu, izvodni prekidači su zamenjeni vakuumskim, tako da je, sledeći istu logiku, opravdano odustati od ubrzanja isključenja pola zemljospojnog prekidača da bi izvodni prekidači, kojih je do 16, prekidali struje kratkih spojeva umesto tri pola zemljospojnog. Dodatno, na srednji pol zemljospojnog prekidača otpada preko 60 % kvarova, tako da bi on bio u tom procentu opterećen, jer je za očekivati da će se preko njega zatvoriti i najveći broj kratkih spojeva.

DALJINSKA KOMANDA UKLJUČENJA POLOVA ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA

O ovom rešenju počeli smo da razmišljamo posle nekoliko situacija u kojima smo kvarove na dalekovodima tražili satima. Radilo se o kvarovima izolacije koji zavise od vremenskih uslova. Po suvom vremenu izolatori izdržavaju ispitivanje mernim kolima i rad pod naponom a u toku povećane vlažnosti vazduha probijaju i izbacuju izvođe. Kod probnog uključanja noću na kvar, dok su monter raspoređeni duž dalekovoda, varnica nije uočljiva jer se ona dešava u izolatoru ili u postrojenju u transformatorskoj stanici. Struja kvara osuši vlagu tako da izolator neko vreme zadržava dovoljno veliki otpor prema masi. To ponekad učesta toliko da postaje ozbiljan problem za potrošače kada se ciklus isključenje - 250 milisekundi – neuspešno automatsko ponovno uključanje - isključenje 3 minuta - uspešno automatsko ponovno uključanje ponovi više puta u kratkom vremenskom periodu. Teško je potrošačima objasniti o čemu se radi. Na Slici 1. je fotografija izolatora koji smo razbili da bi se video trag struje kroz keramiku.



Slika 1- Slomljeni izolatori i strujne staze kroz keramiku

Smatramo da bi oskudne mogućnosti dispečera da interveniše u ovakvim situacijama bilo korisno obogatiti daljinskom komandom uključanja svakog pola zemljospojnog prekidača ponaosob. Kada iscrpe sve raspoložive mogućnosti bez uspeha, biće im omogućeno kratkotrajno uključanje pola zemljospojnog prekidača na jednoj od dve "zdrave" faze (isto se dešava kod prolaznog zemljospoja na nima). Porast napona na slaboizolovanoj trećoj fazi izazvaće preskok i kratak spoj kroz uključeni pol zemljospojnog prekidača i oštećeni izolator što se može manifestovati na dva načina:

- struja kratkog spoja mnogo većom energijom nego struja zemljospoja razbija loš izolator,
- ukoliko ne uspe da ga razbije na osnovu njene vrednosti određujemo makrolokaciju mesta kvara.

Nije dobro što izazivamo kratak spoj i opterećujemo transformator. Međutim, i kod pojave kratkog spoja na mreži dispečeru je dozvoljeno da, u slučaju loših vremenskih uslova, traži kvar uključivanjem i isključivanjem delova dalekovoda u cilju sekcionisanja. Jasno je da kratkih spojeva pri radu tehnike zemljospojnog prekidača neće biti u dobro izolovanoj mreži. Biće eliminisani svi prolazni zemljospojevi radom tehnike zemljospojnog prekidača jer prenaponi pri njenom radu ne prelaze vrednost međufaznih napona, a to ispravna oprema mora da izdrži. Problem je starost izolacije i nedovoljne investicije u zamenu.

STATISTIKA USPEŠNOSTI

Komentarisaćemo analizu rada zemljospojnog prekidača datu u radu na prethodnom savetovanju zbog neslaganja sa pristupom. Po našem iskustvu, uspešno automatsko ponovno uključanje posle odrade zemljospojnog prekidača eliminiše kvar na slaboizolovanoj fazi a ne na onoj koju je zemljospojni prekidač uzemljavao. Zemljospojni prekidač je eliminisao prolazni kvar na fazi i izvodu sa koga je kvar došao, ali zbog povišenog napona na druge dve faze dešava se preskok na jednoj od njih na izvodu sa slabim mestom i to rešava uređaj za automatsko ponovno uključanje. Lako se uočava izvod sa slabim mestom jer ispada kod svake odrade faza na kojoj on nema smanjen kvalitet izolovanosti. Dok se slabo mesto ne nađe nema smisla računati brza automatska ponovna uključanja kao neuspešan rad tehnike zemljospojnog prekidača. A to je u posmatranom radu 13,9 %. Nejasno je kako na statistiku utiče 117 (3,76 %) slučajeva koji se definišu kao loš rad releja zemljospojne zaštite izvoda zbog dugog vremena otpuštanja. Smatramo da to nije jedini uzrok već češće preskok na slabom mestu na drugoj fazi ali na istom izvodu. Na izvodu na kome se desio prolazni zemljospoj jedne faze zemljospojni prekidač ga eliminiše ali se rele ne razbudi jer preskok na slabom mestu na drugoj fazi istog izvoda zadržava rele pobuđenim do delovanja zaštite, isključenja izvoda i automatskog ponovnog uključanja. Pažljivom analizom hronološke liste događaja ovo se može videti. Iako imamo veliki broj snimaka regulatorom događaja smatramo da liste daju bolji pregled. Na Slici 2. je deo hronološke liste pogonskog događaja od 23. 02. 2014. godine gde se uočava gore opisano. Kao što je kvar sa izvoda Žarkovac inicirao ispad izvoda Svetozar Miletić zbog preskoka na drugoj slaboizolovanoj fazi to se moglo desiti i na Žarkovcu ukoliko ima slabo mesto.

23.02.2014	09:39:02	287	SO1	SO1_I220 ZARKOVAC	Io> ZEMLJOSPOJNA ZASTITA	PRORADA
23.02.2014	09:39:02	287	SO1	SO1_M21	Uo> SIGNALIZACIJA ZEMLJOSPOJA	NASTANAK
23.02.2014	09:39:02	317	SO1	SO1_M22	Uo> SIGNALIZACIJA ZEMLJOSPOJA	NASTANAK
23.02.2014	09:39:02	377	SO1	SO1_ZP	pobuda faze R	nastanak
23.02.2014	09:39:02	437	SO1	SO1_ZP	Io> ZEMLJOSPOJNA ZASTITA	PRORADA
23.02.2014	09:39:02	447	SO1	SO1_ZP	pol R	uključen
23.02.2014	09:39:02	467	SO1	SO1_I220 ZARKOVAC	Io> ZEMLJOSPOJNA ZASTITA	PRESTANAK
23.02.2014	09:39:02	487	SO1	SO1_I205 SV. MILETIC	Io> ZEMLJOSPOJNA ZASTITA	PRORADA
23.02.2014	09:39:02	537	SO1	SO1_ZP	pobuda faze R	prestanak
23.02.2014	09:39:02	597	SO1	SO1_ZP	pol R	isključen
23.02.2014	09:39:02	637	SO1	SO1_ZP	Io> ZEMLJOSPOJNA ZASTITA	PRESTANAK
23.02.2014	09:39:02	866	SO1	SO1_I205 SV. MILETIC	PREKIDAC	ISKLJUCEN
23.02.2014	09:39:02	897	SO1	SO1_I205 SV. MILETIC	Io> ZEMLJOSPOJNA ZASTITA	PRESTANAK
23.02.2014	09:39:02	897	SO1	SO1_M21	Uo> SIGNALIZACIJA ZEMLJOSPOJA	PRESTANAK
23.02.2014	09:39:02	997	SO1	SO1_M22	Uo> SIGNALIZACIJA ZEMLJOSPOJA	PRESTANAK
23.02.2014	09:39:03	186	SO1	SO1_I205 SV. MILETIC	PREKIDAC	UKLJUCEN

Slika 2- Deo HRD liste gde se vidi preskok na slaboizolovanom vodu

Tehnika zemljospojnog prekidača ugrađuje se za eliminisanje prolaznih zemljospojeva. U dobro izolovanoj mreži njena uspešnost će biti 100 %. Rad tehnike zemljospojnog prekidača na trajne kvarove treba eliminisati iz računice uspešnosti jer su za ovu lokalnu automatiku nerešivi i zavise od stanja mreže. Ugradnja blokade prilikom pojave kvara sa čisto kablovskih izvoda i mogućnost dispečera da daljinski blokira rad tehnike zemljospojnog prekidača prilikom traženja kvara smanjuje broj nepotrebnih odrada. Veliki broj uspešnih automatskih ponovnih uključanja može se smanjiti na dva načina:

- trajno, zamenom izolacije koja je odradila radni vek,
- brzo, izmenom rada automatike tako da posle otklanjanja kvara na jednoj fazi i pojave na drugoj uključi drugi pol.

UKLJUČENJE DRUGOG POLA

Na ideju smo došli u toku izrade rada tako da nije pominjana prilikom prijavljivanja. Zbog ozbiljnog broja uspešnih automatskih ponovnih uključanja izvoda posle rada tehnike zemljospojnog prekidača čiji je uzrok postojanje slaboizolovanih mesta na mreži, odlučili smo (ali još nismo realizovali) da u ovakvim slučajevima u toku ciklusa rada tehnike zemljospojnog prekidača budu sukcesivno uključivana dva pola. Posle uključanja 150 milisekundi, otklanjanja zemljospoja na toj fazi i sigurnog isključenja pola ukoliko se

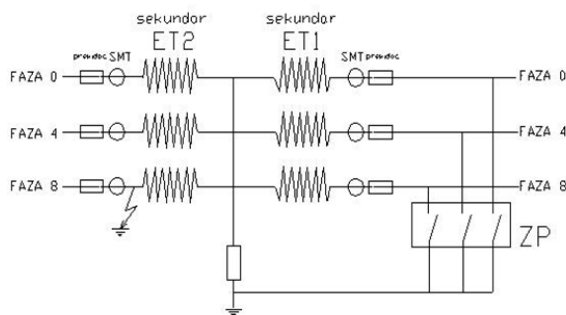
pojavi zemljospoj na drugoj fazi ciklus se produžava za uključanje tog drugog pola. Tek posle isključenja drugog pola izvodi dobijaju uslov za isključenje od zemljospojne zaštite i tehnika zemljospojnog prekidača biva blokirana 4 sekunde.

U transformatorskim stanicama 110/20 kV posle ugradnje tehnike zemljospojnog prekidača primenjuju se dve koncepcije zemljospojne zaštite zavisno od zatečenog. Tamo gde je isključenje izvoda delovanjem zemljospojne zaštite bilo uslovljeno pobudom neutrane korišćena je postojeća instalacija tako da uslov daje automatika zemljospojnog prekidača odmah po isključenju pola koji je radio, a gde je bilo vremensko zatezanje zemljospojne zaštite izvoda to je zadržano (kao na Somboru 1 što se vidi sa liste na sl. 2.). U sklopu aktiviranja uključanja drugog pola uslov koji automatika trenutno generiše po završetku ciklusa rada prvog pola usporimo 200 do 300 milisekundi čime se dolazi do iste logike bez obzira na prethodnu koncepciju zemljospojne zaštite. (Trafo stanice gde je uslov za rad zemljospojne zaštite bio trenutni dobiće vremensku zadržku, a one sa vremenskim zatezanjem svakog izvoda dobiće uslov i zajednički vremenski član). Za vreme do pojave vremenski zategnutog uslova automatika treba da registruje isključenje pola koji je radio, blokira njegov rad 4 sekunde, registruje prestanak zemljospoja na toj fazi, pojavu zemljospoja na drugoj fazi i pošalje nalog za uključanje drugog pola. Sve ovo, do isključenja drugog pola, trajalo bi oko 700 milisekundi što je prihvatljivo ako pomogne drastičnom smanjenju ovoliko velikog procenta brzih automatskih ponovnih uključanja.

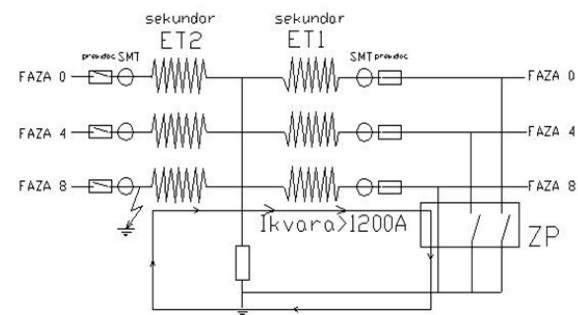
Iz liste na sl 2. vidi se da od pobude zemljospojne zaštite izvoda 20 kV Žarkovac koji izaziva rad pola R zemljospojnog prekidača do isključenja prekidača izvoda Svetozar Miletić prođe 579 milisekundi, dakle manje od procenjenih 700. Uračunali smo i povećanje vremenske zadržke na uključanje sa 50 na 100 milisekundi. Od prestanka zemljospojne zaštite izvoda Žarkovac i eliminisanja kvara faze R delovanjem tehnike zemljospojnog prekidača do ispada prekidača izvoda Svetozar Miletić prođe 399 milisekundi, a od pojave zemljospojne zaštite izvoda Svetozar Miletić do isključenja prekidača 379 milisekundi. Kako je zemljospoj faze R eliminisan za 180 milisekundi i pored zadržke na uključanje pola jasno je da je 379 milisekundi dovoljno za eliminisanje drugog kvara jer tu ne planiramo vremensku zadržku na uključanje. Na ovaj način posmatrani pogonski događaj sigurno će trajati kraće od sadašnjih 579 milisekundi jer će i drugi pol rešiti problem za najviše 150 milisekundi.

ISPADI TRANSFORMATORA U TOKU RADA TEHNIKE ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA

Slike 3. i 4. smo pozajmili iz rada sa prethodnog savetovanja. Opisana su dva pogonska događaja za čije tumačenje nisu neophodne četiri već su dovoljne dve slike.



Slika 3- Zemljospoj na ET-a na kome nije ZP ispred strujnih transformatora izvoda



Slika 4- Struja kvara po uključanju pola ZP na kvar sa slike 3.

Prvi događaj izaziva ispad oba transformatora usled zemljospoja na provodnom izolatoru ET 2, transformatora na kome nije zemljospojni prekidač. Zbog paralelne veze otpornika i namotaja struja kroz uključeni pol zemljospojnog prekidača dostiže vrednosti veće od najčešće 4000A (minimum 2500 A po Tehničkim preporukama) da bi se pobudila kratkospojna sabirnička zaštita transformatorskog polja, a ne 1200 A kako piše na slici. Pošto nema ko da blokira sabirničku zaštitu do isključenja pola, nepotrebno ispada i ET 1 na čijim je sabirnicama zemljospojni prekidač. Ovo se ne može desiti na transformatorskim stanicama gde je zemljospojni prekidač vezan na sabirnice preko izvodnog prekidača (višestruko korisno

rešenje koje se nekim kolegama ne sviđa jer to vide kao dva prekidača vezana na red). Problem nije rad zemljospojnog prekidača već koncepcija zaštite. U prethodnom tekstu smo predložili da struja kroz strujni transformator koji smo ugradili između tačke spajanja izlaza sva tri pola i uzemljenja blokiraju prvi stepen sabirničke kratkospojne zaštite, upravo ono što čini izvodni prekidač ispred ZP. Pogrešan je zaključak da bi se sličan scenario desio da je bio isti kvar na ET 1. ET 1 bi izbacila diferencijalna zaštita, a ET 2 bi radio u režimu smanjenog otpora u zvezdištu i potencijalno većih struja zemljospoja.

Drugi događaj ima isti scenario, razlog ispada je nekvalitetna oprema. Na slici je trebalo nacrtati kratak spoj između dve faze kao što piše u tekstu, jer ovako ostaje nejasno zašto bi probio katodni odvodnik na ET 2 na fazi koju je zemljospojni prekidač sveo na potencijal uzemljivača u TS. I ovde je pogrešno upisana vrednost struje. Problem se rešava na isti način.

Treći događaj je ispad jedinog transformatora usled proboja na provodnom izolatoru na otporniku u neutrali u toku uključenosti ZP. Umesto zaključka da treba poboljšati revizije, remonte i zamenu stare opreme kao uzročnik se pronalazi rad zemljospojnog prekidača. Na osnovu toga logično bi bilo da se ova lokalna automatika napusti. Iako je dokazano i teoretski i merenjima da prenaponi ne prelaze vrednost međufaznih napona. Iako su prenaponi u izolovanoj mreži daleko veći. A izolacija sve to mora da izdrži. Stiče se utisak da su bez zemljospojnog prekidača ovakvi događaji nemogući, što nije istina. Čak nismo sigurni da su češći u trafo stanicama sa zemljospojnim prekidačem nego u onima bez. Sve zavisi od stanja izolacije u mreži i postrojenjima 20 kV u transformatorskim stanicama 20/0,4 kV.

ZAKLJUČAK

Tehnika zemljospojnog prekidača primenjuje se u 7 od 8 transformatorskih stanica 110/20 kV na terenu elektrodistribucije Sombor. Specifičnosti koje njena ugradnja unosi u srednjenaponske mreže još istražujemo. U cilju poboljšanja pratimo sve što nam je dostupno od literature. Zato smo odlučili da komentarišemo rad sa prethodnog savetovanja.

Efikasnost rada ove lokalne automatike smanjuje starost izolacije, nedovoljna ulaganja, spora i nedovoljna zamena. To prouzrokuje probleme koji joj se neopravdano pripisuju. Nije dokazano da je veći broj oštećenja na izolaciji posle nego pre ugradnje zemljospojnog prekidača. Analize i merenja prenapona ne ukazuju na tako nešto. Sa željom da u postojećim uslovima tehniku zemljospojnog prekidača učinimo pouzdanim i još efikasnijom odlučili smo da u najskorije vreme realizujemo tri nove ideje:

- za blokadu prvog stepena kratkospojne sabirničke zaštite iskoristićemo struji obuhvatnog strujnog mernog transformatora između zvezdišta izlaznih kablova sva tri pola zemljospojnog prekidača i uzemljenja dovedenu na treći strujni ulaz i podešenu na 1200 A čime ćemo pouzdano sprečiti nepotreban ispad transformatora na kome je zemljospojni prekidač
- povezivanjem daljinske komande uključenja svakog pola ZP pomoćaćemo dispečerima tražene kvarova
- produžavanjem ciklusa rada tehnike zemljospojnog prekidača na uključivanje drugog pola u slučaju postojanja slabih mesta na mreži sa velikim prelaznim otporom usled čega ne reaguje kratkospojna već zemljospojna zaštita popravićemo statistiku uspešnosti tehnike zemljospojnog prekidača

LITERATURA

1. M. Radunović, V. Mijatović, "Jedan predlog tipskog rešenja za ugradnju zemljospojnog prekidača u transformatorske stanice 110/20 kV", CIREĐ 2006. godine
2. M. Radunović, V. Mijatović, "Komentari nekih novih rešenja za zaštitu izvoda 20 kV i automatiku zemljospojnih prekidača", CIREĐ 2012. godine
3. B. Mitrović, "Analiza rada automatike zemljospojnog prekidača. Prikaz rezultata, predlozi za otklanjanje uočenih nedostataka i unapređenje funkcionisanja", CIREĐ 2012. godine
4. Jović J., Savić M. S., Bukorović B. "Sklopni prenaponi pri radu zemljospojnog prekidača", JUKOCIGRE 2005. godine
5. M. Radunović, V. Mijatović, "Makrolokacija mesta kvara u mreži 20 kV merenjem struje – primeri iz prakse", JUKOCIGRE 2007. godine
6. Tehničke preporuke br 4a1- EPS- Direkcija za distribuciju električne energije- 2001. g.