

UPRAVLJANJE DISTRIBUTIVNIM ELEKTROENERGETSKIM SISTEMOM, IZAZOVI I REŠENJA

DISTRIBUTION MANAGEMENT SYSTEM, CHALLENGES AND SOLUTIONS

Milica POROBIĆ*, "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd
Saša MANDIĆ, "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd
Dragan CVETINOV, "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd
Slobodan MILIVOJEV, "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd
Branislav BOGDANOVIĆ, "Elektrodistribucija Srbije" d.o.o, Beograd

KRATAK SADRŽAJ

Elektrodistribucija Novi Sad je jedan od sedam Ogranaka na konzumu Distributivnog područja Novi Sad. U okviru Sektora za upravljanje distributivnim elektroenergetskim sistemom se vrši planiranje upravljanja, operativno upravljanje, nadzor i akvizicija podataka u distributivnom elektroenergetskom sistemu (DEES). U radu je prikazano nekoliko situacija koje su za posledicu imale probleme u radu DEES. Ideja autora jeste da se prikažu ove situacije, posledice takvog stanja, kao i predlozi za rešavanje istih. Kroz rad je obrađen primer kvara sa delovanjem kratkospojne zaštite na delu konzuma sa značajnim kupcem električne energije. Konzum kupca električne energije je u proseku oko 7 MW sa proizvodnim pogonom osetljivog tipa. Prikazani su podaci sa mikroprocesorske zaštite. Obrađen je problem naponskih prilika, jednog dela DEES, u rekonfigurisanom režimu rada DEES, bez prekida u napajanju konzuma. Rekonfigurisan režim rada DEES je posledica planiranih radova pri istovremenom gašenju tri DV 110 kV kada dve TS 110/x kV ostaju bez 110 kV napona. Prikazan je način kojim se naponske prilike u toku radova drže u propisanim granicama, a dat je i predlog za prevazilaženje ovog problema u upravljanju DEES u rekonfigurisanom režimu rada. Prikazana je analiza kvarova na posmatranom konzumu u 2019. godini i navedeni su zaključci iste.

Ključne reči: distributivni elektroenergetski sistem, upravljanje, izazovi, rešenja

ABSTRACT

Electrical utility Novi Sad is one of seven branches in Distribution area of Novi Sad. In management Sector various planning, real time management, supervision and collection of data are performed. This paper deals with a few situations which consequently influenced some problems in distribution system. The kernel is the presentation of these situations, consequences and solutions. This paper presents an example in case of phase to phase fault in MV network with remarkable consumer which uses power of 7 MW and reaction of overcurrent relay. Also, protection relay data (microprocessor relay) and voltage regulation in this part of network without power interruption are shown. Reconfiguration of this network is due to on-site maintenance which comprises switching off three 110 kV overhead lines and consequently two 110/x kV substations which are to be fed by MW network only. This paper shows voltage regulation in proper limits and suggestion about solution of this problem as well. Fault analyses of treated consumption in 2019. and conclusions are presented.

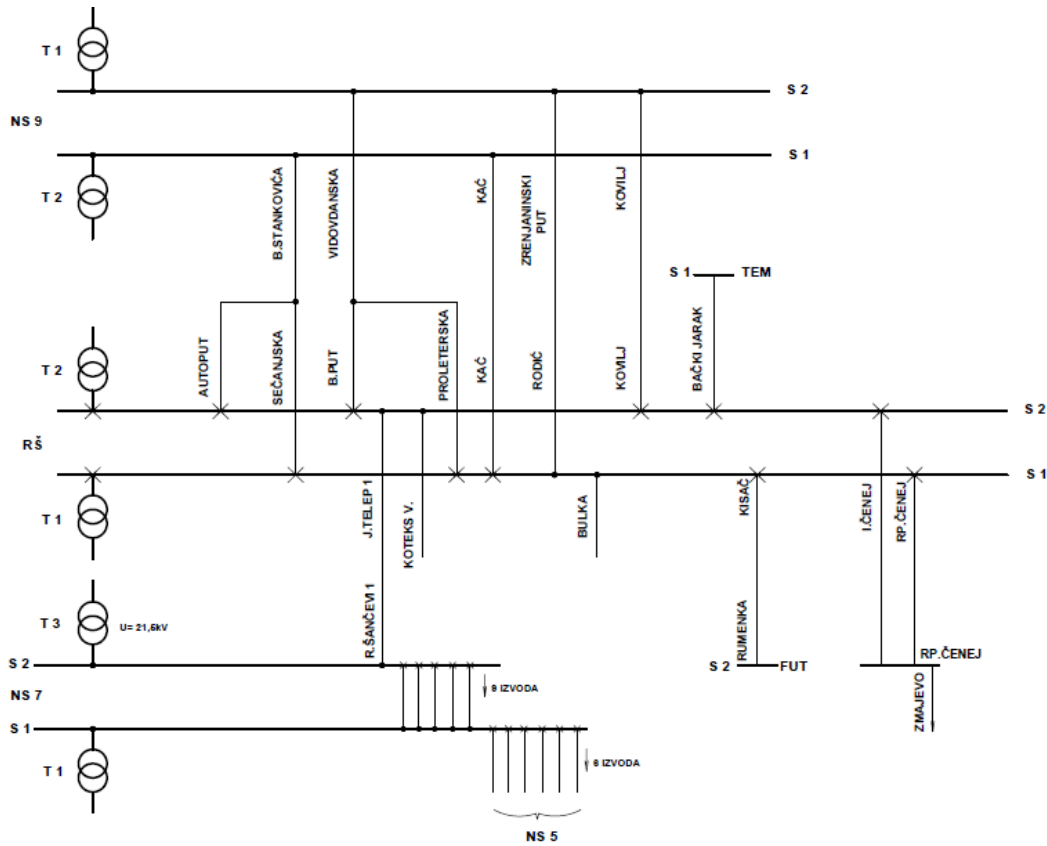
Key words: power distribution system, control, challenges, solutions

UVOD

Poseban izazov za zaposlene u Sektoru upravljanja jeste napajanje konzuma kupaca električne energije uz poštovanje svih kriterijuma u skladu sa regulativom energetskog sektora. Ovaj izazov svakako najviše dolazi do izražaja u režimima rada mimo normalnih pogonskih uslova rada. Režimi rada van okvira normalnih pogonskih uslova se javljaju u periodima kvara, ali i periodima planiranih radova, posebno pri gašenju kompletnog 110 kV napona u TS 110/x kV. Problemi u navedenim uslovima rada iziskuju rešenja, kojim će kupci električne energije imati zadovoljavajući kvalitet isporučene električne energije. Ideja autora jeste da se na primerima situacija iz prakse isti obrade i prikažu, kako bi se uz sugestije stručne javnosti eventualno i korigovala predložena rešenja.

STANJE SA NAPONSKIM PRILIKAMA U TOKU PLANIRANIH RADOVA ODS I OPS

Svake godine u skladu sa redovnim godišnjim remontom, koji se usaglašava između OPS (Operatora prenosnog sistema) i ODS (Operatora distributivnog sistema), isti je moguće korigovati uz sugestije inženjera operativne energetike Ogranka, biranjem najpovoljnijeg datuma za planirane radove. Najpovoljniji datum sa stanovišta operativne energetike je period godine kada je moguće najlakše napojiti navedeni konzum po pitanju termičkih opterećenja elemenata DEES, bez prekida u napajanju kupaca električne energije sa datog konzuma. Režimi rada DEES bez 110 kV napona i oba transformatora 110/x kV uz mogućnost korišćenja oba sistema 20 (35) kV sabirnica SS1 i SS2, se svodi na rekonfiguraciju DEES i napajanje istog iz alternativnih pravaca. Transformatorska stanica na čiji deo DEES se osvrćemo u radu jeste TS 110/20 kV Rimski Šančevi. Ova TS ima dva energetska transformatora ukupne nominalne snage 63MVA. Na 110 kV strani su dva dalekovoda (DV) 110 kV, dalekovodi 190A/1 i 190A/2. DV 110 kV 190A/1 je veza sa 110/35 kV Novi Sad 2 dok je DV 110 kV 190A/2 povezan sa TS 400/220/110 kV Novi Sad 3. Skica dela DEES od interesa za rekonfiguraciju je prikazana na slici 1.



SLIKA 1 - Skica rekonfigurisanog dela DEES

Pored DV 190A/1 drugi DV 110 kV u TS 110/35 kV Novi Sad 2 je veza sa TS 400/220/110 kV Novi Sad 3. Prilikom redovnog godišnjeg remonta na DV 110 kV u ovom delu elektroenergetskog sistema zbog vođenja trasa DV 110 kV 190A/1, 190A/2 i 190B, u isto vreme se gase sva tri DV 110 kV. TS 110/35 kV Novi Sad 2 i TS 110/20 kV Rimski Šančevi ostaju bez 110 kV napona. Rekonfiguracija DEES se radi bez prekida u napajanju konzuma DEES, u skladu sa energetske rešenjem koje izrađuju inženjeri operativne energetike. Radovi se uvek planiraju u trajanju od dva dana, obično početkom maja. Realizacija radova u skladu sa planom, obzirom na opterećenje konzuma u tom periodu, je lakše izvodljiva u odnosu na plan u nekom drugom delu godine.

U radu ćemo se osvrnuti na realizaciju napajanja konzuma DEES u toku izvođenja planiranih radova na TS 110/20 kV Rimski Šančevi (TS R. Šančevi). TS R. Šančevi ima 7190 kupaca, sa značajnim kupcima: fabrika kompanije Koteks Viskofan, Institut Čenej, Merkator S, Pivara Heineken, Lesnina S i drugi. Konzum TS R. Šančevi je velikim brojem 20 kV veza u DEES povezan sa TS 110/20 kV Novi Sad 9. Preko ovih veza se, za vreme radova napaja deo konzuma, dok se jednom 20 kV vezom sa TS Novi Sad 9 napaja sabirница S1 i deo konzuma sa te sabirnice. Ostatak konzuma se napaja sa TS 110/20 kV Futog, TS 110/20 kV Temerin i 110/20 kV Vrbas 1. Napajanje dela konzuma sa TS 110/20 kV Vrbas 1 se dogovara nekoliko dana ranije i prethodi joj izmena uklopnog stanja na delu DEES u nadležnosti dispečerskih centara dva ogranka, PDC Novi Sad i PDC Sombor. Razmenu energije, za vreme radova, sa Ogrankom ED Sombor prati i Sektor za tržište i prodaju električne energije. Sabirница S2 u TS R. Šančevi na svom konzumu ima značajnog kupca fabriku kompanije Koteks Viskofan. Fabrika je potrošač industrijskog tipa sa pogonima osetljivim na propade napona. Prosečna snaga napajanja ovog konzuma je oko 7 MW i više. U toku plana rekonfiguracije DEES za ovog kupca koristi se veza 20 kV TS Rimski Šančevi sa TS 110/35/20 kV Novi Sad 7 (TS N. Sad 7). Na 20 kV sabirnicu S2 se dovodi napon 20 kV sa ET 110/20 kV broj 3, u TS N. Sad 7. Da bi se plan mogao realizovati, potrebno je potpuno rasteretiti ovaj ET. Svi izvodi se bez prekida u napajanju rekonfiguriraju na napajanje većim delom na TS 110/20/10 kV Novi Sad 5 i delom na drugi ET 110/20 kV u TS N. Sad 7. Nakon rasterećenja konzuma ET 3 u TS N. Sad 7, 20 kV vezom Rimski Šančevi se dovodi napon na 20 kV sabirnicu S2 u TS R. Šančevi. Ukupan broj manipulacija za pripremu radova je 68 i isti broj manipulacija se izvrši za vraćanje DEES u normalno uklopno stanje. Za planirane radove izvrši se 136 manipulacija u DEES.

20 kV veza između TS N. Sad 7 i TS R. Šančevi je većim delom nadzemna AlČe 3x70 mm² u dužini 11902 m, i delom kablovska IPZO13 3x150 mm² u dužini od 979 m i XHE 49A 3x150 mm² u dužini od 1550 m. Dužina veze je oko 14,5 km. Operativno iskustvo tokom izvođenja planiranih radova, ukazuje na veliki pad napona od TS N. Sad 7 do TS R. Šančevi, odnosno do S2 sa koje napajamo samo industrijskog potrošača fabriku Koteks Viskofan. Pre planiranja rada DEES, sa istim kupcem se usaglasili planiranje proizvodnje fabrike sa smanjenjem na oko 4 MW. Nakon svih potrebnih rekonfiguracija u DEES, i smanjenja opterećenja kupca Koteks Viskofan na oko 100-120 A, automatska regulacija napona ARN na ET 3 u TS N. Sad 7 i ET 2 u TS R. Šančevi se postavlja na režim ručno, napon na ET 3 TS N. Sad 7 se podiže na 21 kV i potom uključuje 20 kV veza TS N. Sad 7 - TS R. Šančevi. Trenutno stanje topologije ovog dela DEES je prikazana na slici 2. Sa ovom vrednošću napona na TS N. Sad 7 u TS R. Šančevi napon na sabirnici S2 iznosi oko 18,5 kV. Pad napona na posmatranoj vezi je oko 2,5 kV. Na TS N. Sad 7, napon na ET 3 se obično podigne za još jednu poziciju, odnosno na napon oko 21,3 kV i u tom režimu rada je dva dana u toku planiranih radova. Značajnom kupcu se u ovakvim situacijama i realizovanim rešenjem isporučuje električna energija sa naponskim prilikama u dozvoljenim granicama. Rešenje problema sa velikim padom napona, u toku izvođenja planiranih radova je analiziran u Sektoru za upravljanje DEES Ogranka ED Novi Sad. Ideja rešenja je od strane Sektora za upravljanje predložena Sektoru za investicije Ogranka. Od nekoliko rešenja posebno je razmatrana ideja o paralelovanju još jednog, već postojećeg nadzemnog dalekovoda, trenutno razvezanog, sa nadzemnim dalekovodom koji je trenutno u eksploataciji. Paralelovanje bi bilo u kompletnoj dužini deonice od 11902 m. Sledeći korak je da se sa predlogom upoznaju i konsultuju Sektor za eksploataciju Ogranka i Sektor za projektovanje DP Novi Sad.

Na posmatranoj 20 kV vezi imamo dve kablovske i jednu nadzemnu deonicu. Impedansa nadzemnog voda je dominantna u odnosu na kablovske. Uvođenjem u eksploataciju drugog nadzemnog dalekovoda, u trasi postojećeg, imali bi paralelnu vezu dva nadzemna dalekovoda čija bi impedansa bila jednaka polovini trenutne impedanse nadzemnog dalekovoda. Postigao bi se efekat povećanja preseka nadzemnog dalekovoda. Ovakvim rešenjem ukupna impedansa 20 kV veze bi se smanjila za 47%.

$$Z2=0.53 \times Z1$$

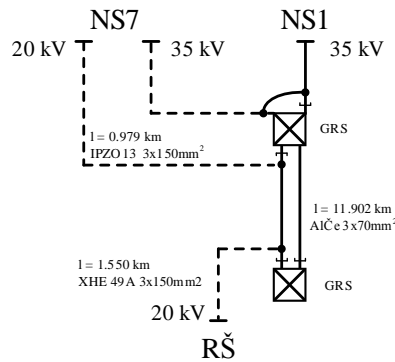
Kako je pad napona:

$$\Delta U = Z \times I \quad \text{jasno je da ćemo u istom procentu imati i smanjenje napona na posmatranoj vezi.}$$

$$\Delta U2 = 0.53 \times \Delta U1 = 0.53 \times 2.5 \text{ kV} = 1.3 \text{ kV}$$

Uštede u gubicima aktivne snage i energije će takođe biti smanjeni u istom procentu:

$$\Delta P2 = Z2 \times I2 = 0.53 \times Z1 \times I2 = 0.53 \times \Delta P1 \quad \Delta Wp2 = \Delta P2 \times t = 0.53 \times \Delta P1 \times t = 0.53 \times \Delta Wp1$$



SLIKA 2 - Topologija analiziranog dela DEES između TS N. Sad 7, TS R. Šančevi i TS N. Sad 1

Drugi problem sa naponskim prilikama imamo sa napajanjem konzuma RP Čenej preko veze sa koje se u redovnom uklopnom stanju iz TS 110/20 kV Vrbas 1 RP Zmajevu. U toku planiranih radova napon na ET u Vrbasu se u dogovoru sa kolegama iz Pogona Vrbas drži na maksimalno mogućoj vrednosti. Ova vrednost je ograničena preostalim konzumom sa ET u TS Vrbas 1, koji su geografski bliži napojnoj TS. RP Čenej je deo konzuma DEES Ogranka ED Novi Sad koji, zavisno od njegovog opterećenja i opterećenja RP Zmajevu, ima loše naponske prilike za vreme izvođenja planiranih radova. Rešenje u trenutnoj situaciji ne postoji. Obaveštenje o mogućim lošim naponskim prilikama za deo konzuma se najavljuje preko medija, dok se obaveštavanje značajnih kupaca vrši u skladu sa IMS uputstvom ODS.

Manipulacije u rekonfiguraciji distributivne mreže za pripremu planiranih radova se rade po energetsom rešenju i počinju dan ranije. Energetsko rešenje se planira u skladu sa termičkim ograničenjima svih elemenata DEES koji učestvuju u rekonfiguraciji uz uslov besprekidnosti u napajanju kupaca električne energije DEES.

KVAROVI NA KONZUMU TS 110/20 kV RIMSKI ŠANČEVI, POSLEDICE I REŠENJA

TS 110/20 kV Rimski Šančevi je u sistemu daljinskog nadzora, kontrole i upravljanja. Dva ET 110/20 kV napajaju pripadajuće sabirnice sa sedam (ET broj 1) i osam (ET broj 2) aktivnih 20 kV izvoda.

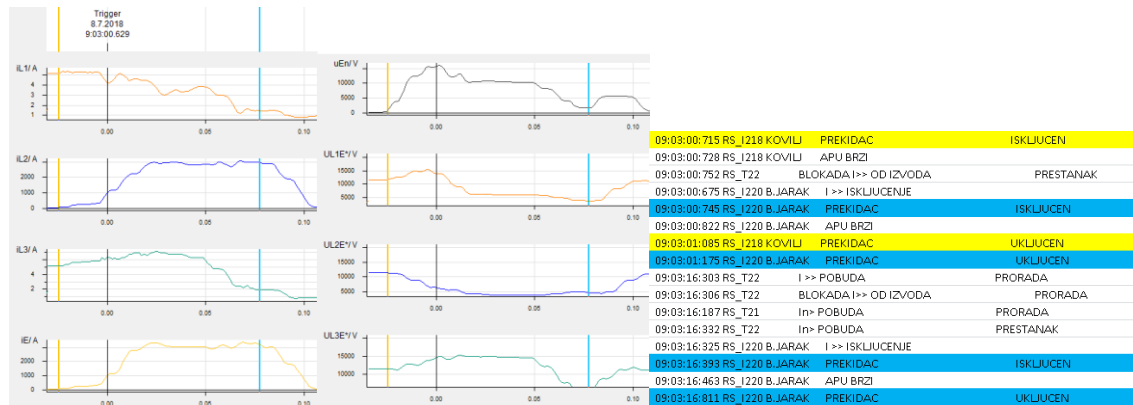
Zaštita u TS je mikroprocesorska sa mogućnošću daljinskog uključivanja i isključenja prekidača, kao i snimanja struja kvara i displejem za prikaz uklopnog stanja i manipulacije. Neutralna tačka 20 kV mreže je uzemljena preko metalnog otpornika 40 Ω zbog ograničenja struje zemljospoja na 300 A, koji je zajednički za oba ET. Detekcija zemljospoja na izvodima je preko obuhvatnih transformatora 250/5 A/A, za ostale kvarove i merenja postoje SMT 300/5 A/A u ćeliji 20 kV izvoda i 1000/5 A/A u ćeliji 20 kV TP. Automatika ponovnog uključivanja (APU) prekidača je uključena na izvodima koji su mešoviti (imaju nadzemne i kablovske deonice) zbog mogućnosti pojave prolaznih kvarova, dok je na čisto kablovskim izvodima isključena. Na izvodima nadzemnih i mešovitih vodova 10 kV i 20 kV u TS 110/x kV i TS 35/x kV preporučuje se primena trolnog automatskog ponovnog uključivanja (APU) prekidača sa dva pokušaja: u prvom pokušaju se vrši brzo APU, a u drugom sporo APU. Ako se kvar ne otkloni primenom APU, treba da usledi konačno isključenje prekidača ^[1].

Na konzumu oba ET nalaze se izvodi koji su po topologiji ili čisto kablovski ili mešoviti nadzemni i kablovski. ET broj 1 napaja konzum sa 29905 m kablovskog voda i 32519 m nadzemnog dalekovoda. ET broj 2 napaja konzum sa 20545 m kablovskog voda i 11759 m nadzemnog dalekovoda. Na konzumu ET broj 2 nalazi se značajan korisnik DEES fabrika kompanije Koteks Viskofan sa osetljivim proizvodnim pogonima i značajnim konzumom. Svaki kvar u DEES predstavlja naponski poremećaj za fabriku Koteks Viskofan, a pri pojedinim se javlja i uticaj na proizvodni proces u fabrici. U toku dva dana jula 2018. smo imali tri kvara na 20 kV izvodima Bački Jarak i Kovilj koji su delom kablovski delom nadzemni dalekovodi. Oba 20 kV izvoda na kojima su bili kvarovi, kao i 20 kV izvod za fabriku kompanije Koteks Viskofan napajaju sa istog ET 110/20 kV, ET broj 2. Sva tri događaja su uticala na proizvodni proces u fabrici kompanije Koteks Viskofan.

U sva tri slučaja reagovala je kratkospojna zaštita. Preko arhiviranih merenja i kreiranih izveštaja za 10 s merenja sa VN SCADA sistema zabeležen je pad napona u 10 s intervalu sa 20,36 kV na 19,93 kV odnosno pad napona je bio za 0,43 kV, tj. za 2,15 % za 10 s. Obzirom da je 10 s dug period za analizu procesa kvara poput kratkog spoja za analizu su se iskoristili zapisi sa mikroprocesorske zaštite, a ne arhiva sa VN SCADA sistema.

Primer 1: 08.07.2018. u 09:03:00.629 h delovala je kratkospojna zaštita na 20 kV izvodu Kovilj. Podešenja kratkospojne zaštite izvoda su $I = 1,2 \text{ kA}$, $t = 0\text{s}$.

Na slici 3 je prikazan zapis sa mikroprocesorske zaštite za 20 kV izvod Kovilj i deo HRD (hronološki registrator događaja) liste sa VN SCADA sistema (desni deo slike 3). Maksimalna registrovana struja za vreme kvara $I_{L2}=I_E=3,06$ kA. Iz dijagrama struja se vidi da je kvar bio samo u jednoj fazi, fazi L2 na 20 kV izvodu Kovilj. Maksimalni napon zvezdišta je bio $U_{Enmax}=15$ kV. Od faznih napona najniže zabeležen je napon $U_{L2min}=0$ kV, dok je u preostale dve faze bio $U_{L1min}=6,12$ kV i $U_{L3max}=15$ kV. Podaci su čitljivi sa slike 3 (levi deo slike). Vidi se da je brzim APU-om eliminisan kvar na 20 kV izvodu Kovilj. Kvar je bio prolazan i na osnovu dijagrama faznih struja moglo bi se reći da je na ovom izvodu bio zemljospoj u fazi L2.



SLIKA 3 - Zapis sa mikroprocesorske zaštite i HRD lista sa VN SCADA sistema za primer 1

Sa HRD liste VN SCADA sistema se vidi da je u isto vreme reagovala kratkospojna zaštita na 20 kV izvodu Bački Jarak. Za 20 kV izvod Kovilj na HRD nema podatka o zaštiti koja je reagovala, odnosno koja je isključila izvod. Na mikroprocesorskoj zaštiti, u trenutku preuzimanja podataka nije bilo podataka za 20 kV izvod Bački Jarak, moguće je da su podaci zbog cirkularnog zapisa novih događaja prebrisani. Kvar na 20 kV izvodu Bački Jarak je takođe prolazni, nestaje nakon 2 APU ciklusa, za dva kvara sa razmakom od 16 s, što se vidi iz HRD liste.

Obzirom da je vrednost struje u neutrali $I_E=3,06$ kA, i da otpornik u neutrali od 40Ω ograničava struju zemljospoja na 300 A, pretpostavka je da pored zemljospoja u fazi L2 na 20 kV izvodu Kovilj postoji još jedan kvar. Sa slike 3 se vidi da napon u fazi L1 iznosi oko 6 kV. Posmatrajući podatke sa dijagrama napona i podatak o reagovanju kratkospojne zaštite na 20 kV izvodu Bački Jarak sa HRD liste, pretpostavka je da je na ovom izvodu postojao još jedan zemljospoj, ali ovde u fazi L1, ne metalni već preko neke otpornosti ($U_{L1min}=6,12$ kV). Zaključak je da je u primeru 1 bio složen kvar, dvopolni kratak spoj sa zemljom na dva izvoda u fazama L1 i L2.

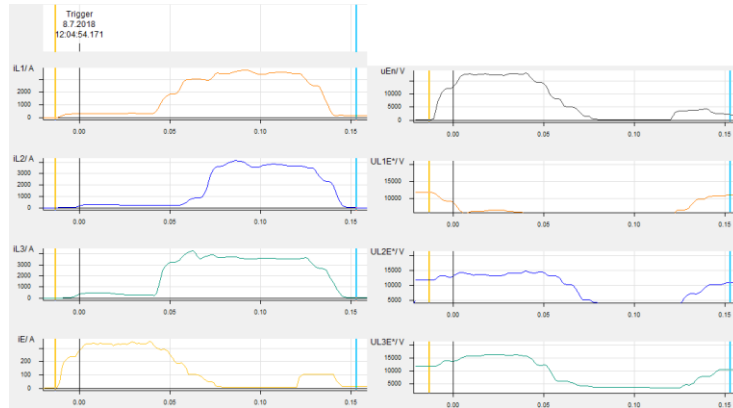
Na dijagramima napona je u toku kvara registrovan disbalans napona u sve tri faze. Napon u fazi L1 pada na 6 kV, u fazi L2 na 0 kV, dok u fazi L3 raste na 15 kV. Period u kojem se dešava disbalans napona traje oko 130 ms, što je imalo uticaja na proizvodni proces u fabrici kompanije Koteks Viskofan.

Obilaskom trase oba 20 kV izvoda u deonicama sa nadzemnim dalekovodima nije registrovan problem na DV.

Primer 2: 08.07.2018. u 12:04:54.171 h delovala je kratkospojna zaštita na 20 kV izvodu Bački Jarak. Podešenja kratkospojne zaštite izvoda su $I=1,2$ kA, $t=0$ s. Kvar je bio na kabel završnici u TS Agrokop koja nije u vlasništvu ODS. Tip kvara je trolpolni kratak spoj.

Na slici 4 je prikazan zapis sa mikroprocesorske zaštite. Maksimalne registrovane struje za vreme kvara u sve tri faze su iste i iznose $I_L \approx 4$ kA, struja neutrane $I_E \approx 350$ A.

Maksimalni napon zvezdišta je bio $U_{Enmax}=17,9$ kV. U početku kvara napon u fazi L1 pada na 0 kV, u fazama L2 i L3 raste na 15 kV, da bi u toku kvara napon u sve tri faze pao na 0 kV. Period u kojem se dešava disbalans napona traje oko 150 ms, što je takođe uticalo na proizvodni proces u fabrici kompanije Koteks Viskofan.

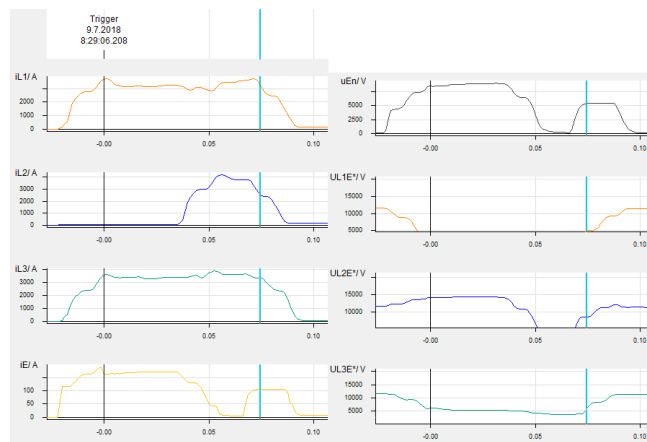


SLIKA 4 - Zapis sa mikroprocesorske zaštite iz primera 2

Primer 3: 09.07.2018. nakon popravke kabel završnice u TS 20/0,4 kV Agrokop (kvar opisan u primeru 2), normalizuje se uklopno stanje u DEES. U 8:29:06.208 h je delovala kratkospojna zaštita na 20 kV izvodu Bački Jarak. Nakon normalizacije uklonog stanja, ponovo reaguje kratkospojna zaštita. Došlo je do havarije u mernoj ćeliji u istoj TS 20/0,4 kV Agrokop, u kojoj se desio kvar iz primera 2. Kvar je bio dvopolni kratak spoj između faza L1 i L3, a u toku trajanja kvara on prerasta u trolpolni kratak spoj. Kvar je ovog puta posledica termičkih naprezanja na opremi u mernoj ćeliji za vreme prethodnog kratkog spoja koji se desio na kabel završnici u istoj TS 20/0,4 kV Agrokop.

Na slici 5 je prikazan zapis sa mikroprocesorske zaštite. Za vreme kvara registrovane struje u sve tri faze su do $I_L \approx 4$ kA, struja neutrane za vreme prvog dela kvara sa dvopolnim kratkim spojem je bila $I_E \approx 350$ A.

Maksimalni napon zvezdišta je bio $U_{Enmax} \approx 18$ kV. U početku kvara napon u fazi L1 pada na 0 kV u fazi L2 raste na 15 kV a u fazi L3 pada na 6 kV, da bi u toku kvara napon u sve tri faze pao na 0 kV zbog trolpolnog kratkog spoja. Period u kojem se dešava disbalans napona traje oko 130 ms, što je takođe uticalo na proizvodni proces u fabrici kompanije Koteks Viskofan.



SLIKA 5 - Zapis sa mikroprocesorske zaštite iz primera 3

U sva tri slučaja kvara je reagovala kratkospojna zaštita, što je i očekivano. Zabeležen je disbalans napona u svim fazama, što je posledica neplaniranog prekida u isporuci električne energije. Trajanje ovakvog pogonskog stanja za sve kupce na ET 110/20 kV broj 2 je od 130 do 150 ms. Ovakva stanja naponskih prilika su posledica kvarova i reagovanja zaštitnih uređaja i imaju uticaj na proizvodni proces u fabrici kompanije Koteks Viskofan.

Kratki spojevi analizirani u primerima 2 i 3 (kvar na kabel završnici i opremi u mernoj ćeliji) su retki i teško je predložiti rešenje kako bi predupredili njihovu pojavu.

Kratak spoj iz primera 1 se desio na nadzemnom delu mreže izvoda koji u svojoj topologiji ima i kablovske i nadzemne deonice. Kvarovi na ovakvim izvodima su češći zbog nadzemnog dela mreže. Uzroci kvarova su najčešće vremenske nepogode, ptice (dalekovod se prostire preko obradivog zemljišta) i ostalo.

Jedan od predloga rešenja za ublažavanje uticaja kvarova za značajne korisnike sa osetljivim pogonom poput fabrike kompanije Koteks Viskofan od posledica kratkih spojeva na nadzemnim dalekovodima mešovityh izvoda, jeste da se

svi izvodi koji u svojoj topologiji imaju nadzemne dalekovode napajaju sa jednog energetskog transformatora 110/20 kV u TS R. Šančevi. Izvode koji su čisto kablovski napajati sa drugog energetskog transformatora. 20 kV izvod koji napaja samo fabriku kompanije Koteks Viskofan je čisto kablovski. Na ovaj način bi eliminisali uticaj kvarova, koji su posledica prolaznih ili stalnih kvarova na nadzemnim dalekovodima mešovitih izvoda, na korisnike DEES sa čisto kablovskim deonicama u topologiji, osetljivom proizvodnim procesima i značajnom potrošnjom električne energije.

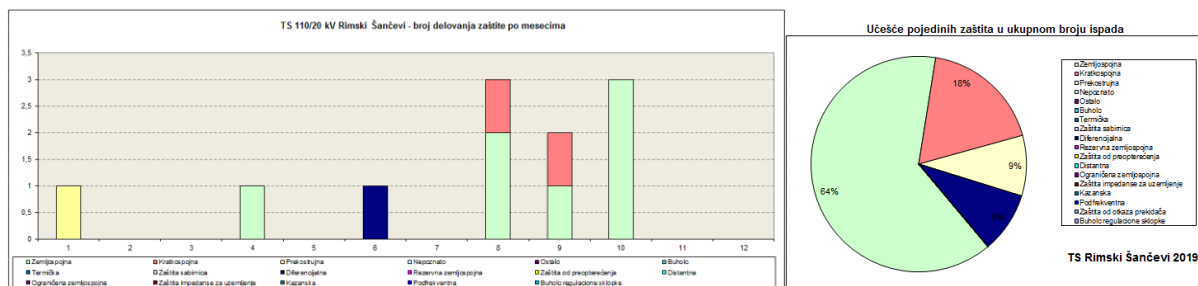
ANALIZA KVAROVA NA KONZUMU TS RIMSKI ŠANČEVI U 2019. GODINI

Praćenje tehničkih pokazatelja kvaliteta isporuke električne energije je u skladu sa *Pravilima o praćenju tehničkih i komercijalnih pokazatelja i regulisanju kvaliteta isporuke i snabdevanja električnom energijom i prirodnim gasom.*

[2] Za potrebe praćenja pokazatelja neprekidnosti isporuke električne energije ODS evidentira i prikuplja podatke o svakom pojedinačnom prekidu isporuke prema redosledu nastanka (datum, vreme početka i završetka prekida, trajanje pojedinačnog prekida, naponski nivo na kom je nastao sa bližim određenjem lokacije, uzroka prekida, broj mesta predaje kojima je isporuka prekinuta, i druge podatke o prekidu) [2].

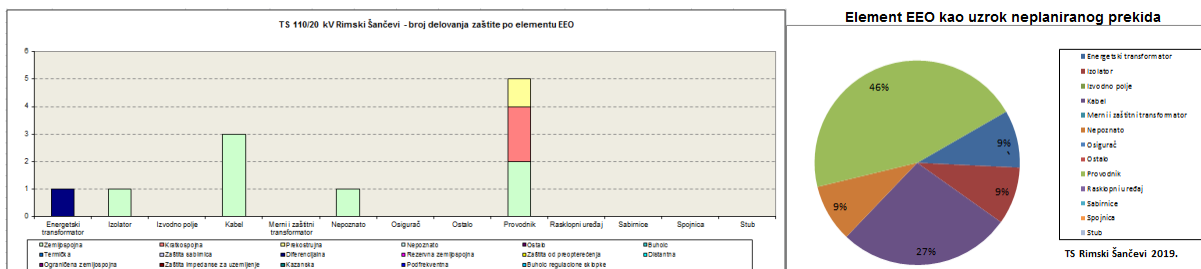
Prekid u isporuci električne energije se može klasifikovati kao planirani i neplanirani prekid. Neplanirani prekid u isporuci električne energije nastaje usled događaja koji nisu mogli biti predviđeni u distributivnom sistemu. [4] Dispečerski centri ODS imaju obavezu praćenja prekida u isporuci električne energije. U PDC Novi Sad isti se vode kroz Registar dugotrajnih prekida. Registar dugotrajnih prekida se obrađuje na mesečnom i godišnjem nivou. Analizirani su neplanirani prekidi na konzumu TS 110/20 kV Rimski Šančevi u 2019. godini.

Ukupan broj prekida je bio 11. Na slici broj 6 dat je dijagram sa brojem delovanja zaštite po mesecima, kao i dijagram učešća pojedinih zaštita u ukupnom broju ispada. Najveće učešće od 64% je imala zemljospojna zaštita u ukupnom broju ispada.



SLIKA 6 - Delovanje zaštita po mesecima i njihovo učešće u ukupnom broju ispada

Neplanirani prekidi su analizirani i sa stanovišta delovanja zaštite po elementu EEO kao uzroku neplaniranog prekida. Rezultati su prikazani na slici 7. Uzrok najvećeg broja delovanja zaštita je bio provodnik, odnosno nadzemni dalekovod sa učešćem od 46 %, sledi kabel sa 27 % i sa istim procentom od 9 % su izolator i energetski transformator. Povratnom informacijom sa terena potvrđuje se da su najčešći uzrok ispada nadzemnih dalekovoda vremenski uslovi (kiša, grmljavina), a zatim rastinje u trasi dalekovoda.

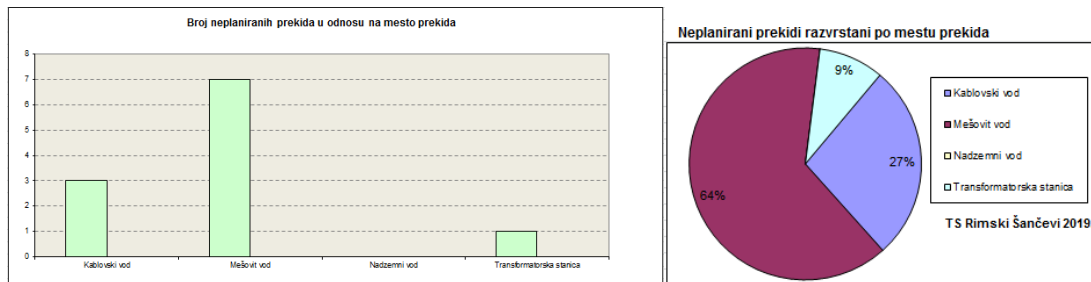


SLIKA 7 - Broj delovanja zaštita po elementu EEO kao uzroku neplaniranog prekida

Neplanirani prekidi su razvrstani i po mestu prekida, slika 8. Najveće učešće u broju prekida po mestu prekida ima mešoviti vod sa 64 %. 27 % učešća u kvarovima imaju kablovi, dok je učešće transformatorske stanice 9%.

Obim i učestanost radova na održavanju elektroenergetskih objekata nazivnih napona 0,4 kV, 10 kV, 20 kV, 35 kV i 110 kV vrši se u skladu sa Tehničkom preporukom br. 15 EPS Direkcija za distribuciju električne energije. Rokovi

za obavljanje pojedinih radova koji se određuju ovom preporukom jednaki su ili su kraći od odgovarajućih rokova koje propisuje Pravilnik o tehničkim normativima za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja i vodova (Sl. list SRJ br. 41/93 - PTN 41/93) [3].



SLIKA 8 - Neplanirani prekidi po mestu prekida

Statistički podaci analiziranih kvarova na TS 110/20 kV Rimski Šančevi ukazuju na mogućnost razmatranja izrade planova održavanja koji su zasnovani na principu "održavanja po stanju". Prednost ovakvog prisupa je održavanje na elementima EEO sa najvećim brojem kvarova, a koji su za posledicu imali prekide u isporuci električne energije.

ZAKLJUČAK

U radu su kroz primere iz prakse u operativnom upravljanju DEES prikazane različite situacije i predlozi za rešenja:

- Za poboljšanje naponskih prilika u toku izvođenja planskih radova na delu DEES predloženo je paralelovanje postojećeg razvezanog nadzemnog dalekovoda, sa nadzemnim dalekovodom koji je trenutno u eksploataciji. Takvim rešenjem bi imali manje gubitke napona, snage i energije u situacijama rezervnog napajanja dela konzuma.
- Za sve korisnike DEES sa čisto kablovskom topologijom mreže je moguće eliminisati uticaj kvarova koji su posledica prolaznih ili stalnih kvarova na nadzemnim dalekovodima. Predlog je da se svi izvodi koji u svojoj topologiji imaju nadzemne dalekovode napajaju sa jednog energetskog transformatora 110/20 kV u TS R. Šančevi, dok bi se čisto kablovski izvodi napajali sa drugog energetskog transformatora.
- Analizom neplaniranih prekida u isporuci električne enegije, može se predložiti razmatranje izrade planova održavanja koji su zasnovani na principu "održavanja po stanju".

U skladu sa Pravilima o radu Distributivnog sistema^[4] ODS je odgovoran za kvalitet električne energije, a koji obuhvata kvalitet isporučene električne energije i kvalitet isporuke električne energije. Kvalitet isporučene električne energije ocenjuje se na osnovu kvaliteta napona i kvaliteta frekvencije. Kvalitet isporuke električne energije ocenjuje se na osnovu trajanja i učestalosti prekida u isporuci električne energije. Predlaže se razmatranje izrade planova održavanja zasnovanih na principu "održavanje po stanju", kako bi se smanjila učestanost prekida u isporuci električne energije. Na ovaj način bi povećali kvalitet isporuke električne energije. Kvalitet isporuke električne energije u primerima reagovanja uređaja relejne zaštite na kupce sa osetljivim konzumom je na osnovu obrađenih primera, u skladu sa Pravilima o radu Distributivnog sistema gde se navodi da naponske smetnje uzrokovane operacijama rasklopnih aparata, dejstvom uređaja relejne zaštite i isključenjem opterećenja u poremećenom pogonu čije se dejstvo nije moglo predvideti ni izbeći se ne smatraju prekidima u isporuci električne energije^[4].

Iz navedenih primera obrađenih u radu ocenjeno je da je kvalitet isporučene električne energije u skladu sa granicama propisanim u Uredbi o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom, odnosno da je napon u sistemu u granicama dopuštenog odstupanja od $\pm 10\%$ nazivnog napona^[5].

LITERATURA

1. Zbirka tehničkih preporuka ED Srbije, " EPS Direkcija za distribuciju električne energije" Beograd, 2001. TP 4V, tačka 2.1;
2. Pravila o praćenju tehničkih i komercijalnih pokazatelja i regulisanju kvaliteta isporuke i snabdevanja električnom energijom i prirodnim gasom "Službeni glasnik RS", broj 2 od 10. januara 2014.
3. Zbirka tehničkih preporuka ED Srbije, " EPS Direkcija za distribuciju električne energije" Beograd, 2001. TP 15, tačka 1.1;
4. Pravila o radu Distributivnog sistema, " EPS Distribucija Beograd" d.o.o Beograd, jul 2017. strane 12 i 13;
5. Uredba o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom, "Sl. glasnik RS", br 63/2013 i 91/2018,
6. član 2.