

ANALIZA RADA DELA DEES SA KOGENERACIONOM GASNOM ELEKTRANOM

Milica POROBIĆ*, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija
Dragan CVETINOV, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija
Siniša SPREMIĆ, JP "Elektroprivreda Srbije", Tehnički centar Novi Sad
Jovan ČARNIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Novi Sad, Srbija
Saša MANDIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Konzum Ogranka "ED Novi Sad" čini 291292 korisnika distributivnog sistema. TS 110/20/10 kV Novi Sad 5 instalisane snage 63 MVA snabdeva električnom energijom 53962 korisnika, među kojima su Urgentni centar, Poliklinika, Pokrajinska bolnica. U distributivnoj mreži ovog konzuma nalazi se kogeneraciona gasna elektrana Toplana Zapad 3. Instalirana prividna snaga elektrane je 12,405MVA, odnosno aktivne snage 9,984 MW. TS 110/20/10 kV Novi Sad 5 je većim delom srednjenaponskog konzuma povezana sa TS 110/35/20 kV Novi Sad 7 koja napaja 46187 korisnika. U periodima planskih radova na distributivnom ili prenosnom elektroenergetskom sistemu u TS 110/20/10 kV Novi Sad 5 gase se oba energetska transformatora i tada se veći deo konzuma napaja iz TS 110/35/20 kV Novi Sad 7. Tokom 2017. godine rađena je rekonstrukcija dela 110 kV postrojenja u TS 110/20/10 kV Novi Sad 5, konzum je svaki put radio u rekonfigurisanom režimu. U radu su prikazani karakteristični događaji, problemi, analize i rešenja u rekonfigurisanom režimu rada distributivne mreže uz podršku gasne elektrane. Takođe je prikazan doprinos i uticaj gasne elektrane na rekonfigurisan rad distributivne mreže, iskustvo u radu distributivnog sistema u vanrednom uklopnom stanju napajanja kompletnog konzuma iz rezervnog pravca TS 110/35/20kV Novi Sad 7. U radu se navodi i problem naponskih prilika u distributivnoj mreži kao posledica automatske regulacije napona energetskih transformatora u redovnom i rekonfigurisanom režimu rada distributivne mreže sa gasnom elektranom na konzumu.

Ključne reči: rekonfigurisan režim rada DEES, kogeneraciona gasna elektrana

ABSTRACT

Utility ED "Novi Sad" consists of 291292 customers. Substation 110/20/10 kV Novi Sad 5 with rated power transformers of 63 MVA supplies 53962 customers such as Emergency health center, Provincial hospital and Clinic. In this network exists cogenerated gas plant with apparent power 12.405 MVA and active power 9.984 MW. MV network 20 kV of substation 110/20/10 kV Novi Sad 5 is mostly connected to substation 110/20/35 kV Novi Sad 7 supplying 46187 customers. In time of scheduled revisions of two HV 110 kV transmissions lines that feed substation Novi Sad 5 both power transformers have to be out of work and MV network need to be supplied from substation Novi Sad 7. In previous year, some parts of 110 kV substation Novi Sad 5 were under construction and network was supplied each time in this reconfiguration conditions. This paper deals with characteristic problems, analyses and solutions in this reconfiguration conditions due to influence of gas plant. As mentioned, this paper focuses on influence of gas plant and experience gained in these conditions, especially on voltage values in distribution system (on laterals) as the consequence of tap changers on power transformers under normal and reconfiguration conditions.

Key words: reconfiguration conditions of distribution system, cogenerated gas plant

UVOD

Poslednjih godina povećao se broj priključenja distribuirane proizvodnje na distributivni elektroenergetski sistem. Operativno upravljanje delom konzuma na kome se nalaze distributivni generatori se razlikuje u odnosu na stanje bez istih.

U toku eksploatacionog rada 10MW elektrane Toplana Zapad 3 i upravljanja distributivnom mrežom uočeno je nekoliko situacija sa kojim se nismo sretali ranije. Ideja autora je da se specifičnosti sa kojima smo se sretali u toku istog predstavimo kroz ovaj rad.

PRIKLJUČENJE KOGENERACIONE ELEKTRANE

07.10. 2016. godine na konzum energetskeg transformatora 110/20/10kV ET broj 3 u transformatorskoj stanici TS 110/20/10 kV Novi Sad 5 priključena je kogeneraciona elektrana pod nazivom "Toplana Zapad 3-elektrana". Elektrana se priključuje na izvodno-mernu ćeliju "I-235" na 20kV sistem sabirnica broj 2. Elektrana je u vlasništvu JKP Novosadska toplana. Nominalna snaga energetskeg transformatora broj 3 je 31,5MVA. Elektrana se nalazi u okviru objekta toplotnog izvora (toplane) TO Zapad u Novom Sadu na adresi Futoški put 6, na katastarskoj parceli broj K.P. 7716/3, K.O. Novi Sad 1. Tip elektrane je kogeneracioni, pogonsko gorivo je gas. Instalirana snaga je: prividna 12,405 MVA, aktivna 9,984 MW i reaktivna 7,443 MVar. Postrojenje se sastoji od tri gasna motora, tri generatorske jedinice i tri blok transformatora. Generatori su sinhroni, prividne snage 4,135 MVA, aktivne snage 3,308 MW i faktora snage 0,8.

Elektrana je povezana sa TS 110/20/10kV Novi Sad 5 podzemnim kablom nominalnog napona 20kV u dužini od 1862m. Kabel je tipa XHE 49A 3x(1x150)mm² nominalne struje 345A, Al 150mm².

Priključenjem elektrane na konzum ET broj 3 opterećenost transformatora se smanjila za oko 275A u proseku kada elektrana radi punim kapacitetom. U toku rada elektrane registrovan je veliki broj ispada iste u letnjem periodu, kada elektrana radi punim kapacitetom. Razlog ispada su zemljospojevi na 20kV spojnicama kabela kojim je elektrana priključena na distributivni sistem. U letnjim mesecima pri punom radnom kapacitetu elektrane dolazilo je do zagrevanja žila kabela. U pitanju je aluminijum Al 150mm², čije eksploatacione karakteristike zadovoljavaju ovakav eksploatacioni režim, ali se u toku dužeg perioda takvog rada smanjuje radni vek i narušavaju eksploatacione karakteristike. Na datom kablju dolazi i do velikog pada napona i snage od elektrane do ćelije I235, što je u svakom slučaju pokazatelj loše definisanog izbora tipa kabela, a na štetu vlasnika elektrane.

PLANIRANI RADOVI SA ELEKTRANOM NA DEES

TS 110/20 kV/kV "Novi Sad 5" se napaja sa dva 110kV dalekovoda DV broj 1135 i DV broj 1136 sa TS 400/220/110kV Novi Sad 3. 110 kV postrojenje je sa dva dalekovodna polja i dva energetska transformatora. Ona je u sistemu daljinskog nadzora kontrole i upravljanja. U toku 2017. godine u TS 110/20 kV Novi Sad 5 rađena je rekonstrukcija 110kV stranena dalekovodnim poljima, trafo poljima i spojnim polju. Postojeći rastavljači su zamenjeni rastavljačima sa motornim pogonom, koji su uvedeni u sistem SDU. Za potrebe izvođenja radova TS 110/20 kV/kV "Novi Sad 5" je pet puta u toku godine ostajala bez 110kV napona, odnosno gašena su oba energetska transformatora 110/20/10kV ET broj 1 i ET broj 3. Takođe u toku godine su još dva puta gašena oba transformatora naizmenično. Režimi rada DEES bez oba transformatora uz mogućnost korišćenja oba sistema 20kv sabirnica SS1 i SS2, se svodi na rekonfiguraciju DEES i napajanje istog iz alternativnih pravaca. Transformatorska stanica 110/20 kV Novi Sad 5 ima dva energetska transformatora ukupne nominalne snage 63MVA. Broj kupaca koji se napajaju sa njenog konzuma je 53962. Na konzumu ove napojne trafostanice se nalazi i veliki broj osetljivih kupaca među najznačajnijim su Poliklinika, Urgentni centar, Klinika za ginekologiju i akušerstvo (porodilište), Klinika za stomatologiju, Magnetna rezonanca, Novosadski sajam.

TS 110/20/10 kV Novi Sad 5 je većim delom srednjenaponskog konzuma povezana sa TS 110/35/20 kV Novi Sad 7 na čijem konzumu se nalazi 46187 korisnik. TS 110/35/20 kV "Novi Sad 7" je u sistemu daljinskog nadzora kontrole i upravljanja. TS se sastoji od dva energetska transformatora ukupne nominalne snage 63MVA. Konzum Ogranka "ED Novi Sad" čini 291292 korisnika distributivnog sistema. Dve navedene napojne trafostanice snabdevaju električnom energijom 100149 kupaca električne energije, što čini 34,38% ukupnog broja kupaca na konzumu Ogranka "ED Novi Sad". Velika je kako tehnička tako i društveno moralna odgovornost kada se za zadatak ima

"igra" sa manipulacijama u DEES sa preko sto hiljada kupaca i to 7 puta u toku godine, kako manipulacije za stanje rekonfigurisanog sistema, tako i vraćanje na redovno radno uklopno stanje. Na konzumu navedene dve 110/x kV trafostanice u toku 2017. godine bilo je 14 ovakvih režima. Ovo su posebno stresne situacije u kojima se nalaze kako dispečeri, tako i inženjeri operativne energetike koji osmišljavaju redosled manipulacija kroz pisani dokument koji se u Ogranku "ED Novi Sad" zove Energetsko rešenje.

Rasterećenje energetskih transformatora, pre njihovog gašenja i rekonfiguracija DEES se vrši bez prekida u napajanju kupaca električne energije. Besprekidnost u isporuci električne energije je najvažniji segment naše kompanije kao subjekta koji na tržištu nudi svoju uslugu, u ovom slučaju prodaju električne energije. Sve navedene rekonfiguracije DEES su bile bez prekida u napajanju kupaca električne energije.

Posebno važan segment pri rasterećenju energetskih transformatora jeste njihovo paralelovanje sa energetskim transformatorima sa drugih TS 110/x kV. Pre samog paralelovanja posebno je bitno voditi računa o naponima na sistemima sabirnica 20kV u navedenim TS sa kojih polaze 20kV izvodi preko kojih se vrši paralelovanje, spajanjem istih u dubini 20kV mreže. Pre samog početka paralelovanja automatika regulacije napona (ARN) se postavlja na ručno, da ne bi kao posledica rada ARN došlo do prevelikih struja cirkulacije između dva ET i ispada istih ili preopterećenja pojedinih deonica u dubini mreže. U toku svakog planiranog rada po dva ET se paraleleluju veliki broj puta, dok se ET koji se gasi ne rastereti. Tada se vodi se računa o naponima i ručnim slanjem komande gore/dole reguliše se napon na sistemima sabirnica 20kV u različitim TS sa kojih polaze izvodi koji separaleluju, kako bi struje cirkulacije bile što manje.

U velikom broju situacija prilikom izvođenja planiranih radova, podrška od 10MW je značajna za lakšu rekonfiguraciju distributivnog sistema. Plan proizvodnje se odnedavno šalje EPS Snabdevanju, ali i sektoru upravljanja našeg ogranka i u glavnom iznosi 9,9MW. Iz iskustva u radu sa kogeneracionom elektranom u prethodne skoro dve godine zaključak je da se ne može sada u potpunosti osloniti na podršku u napajanju sa strane ove distributivne elektrane. Razlog jeste veliki broj kvarova na priključnom kablju, kao i povremeni kvarovi na samim generatorskim jedinicama. Ovi događaji su neželjeni ukoliko se napravi rešenje o stanju konzuma u rekonfigurisanom režimu sa potpunim računanjem na elektranu.

Najzahtevniji period za rekonfiguraciju je leto. U toku ovog periodaoba DV 110kV koji napajaju TS 110/20/10 kV "Novi Sad 5" suisključivanadva puta, odnosno 4 rekonfiguracije DEES na konzumu preko sto hiljada kupaca.

ANALIZA ISPADA TO ZAPAD 25.07.2017.

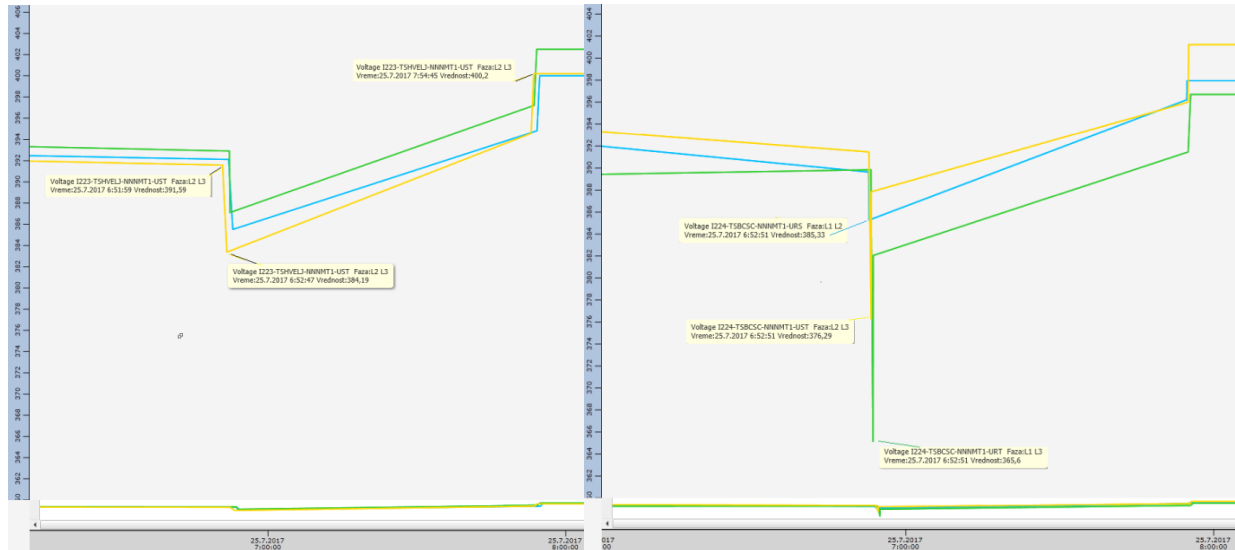
25.07.2017. su isključena oba DV 110kV koja napajaju TS 110/20/10 kV Novi Sad 5, odnosno ET broj 1 i broj 3 u navedenoj TS. Period planiranih radova je obično od 8:00h do 15:00h. Radovi su, zbog velikih vrućina i proračunatih opterećenja sistema, na inicijativu operativne enegetike u sektoru upravljanja pomereni za period od 6:00h do 13:00h. Rekonfiguracija DEES je počela prethodnog dana u skladu sa dokumentom Energetsko rešenje. U rekonfigurisanom režimu TS 110/20/10 kV Novi Sad 5 i TS 110/35/20 kV Novi Sad 7 se rasterećuju prebacivanjem dela konzuma na alternativne pravce sa TS 110/20kV Futog i TS 110/20kV Novi Sad 6. Preostali konzum se napaja sa dva energetska transformatora u TS 110/35/20 kV Novi Sad 7. Procenjeni režim opterećenja transformatora ET broj 1 je 680A, dok je za ET broj 3 iznosio 652A sa elektranom u punom kapacitetu i 932A bez elektrane. Predviđeno je da ET bude preopterećen 8,3% u slučaju ispada elektrane u maksimalnom režimu rada DEES. Kompletan rekonfiguracija sistema iz dispečerskog centra je završena u 6:25h. Automatska regulacija napona u TS Novi Sad 7 je prebačena na automatski režim. Nakon navedenih aktivnosti predate su dozvole za rad u 6:27h. Svi prelazni procesi i veličine koje ih prate prilikom manipulacija u DEES su završeni. U 6:52h dolazi do ispada prekidača u spojnom polju u elektrani Toplana Zapad 3. Elektrana je bila ispomoć u napajanju konzuma, tako da je ET broj 3 u TS 110/35/20kV Novi Sad 7 u tom momentu opterećen sa još 10MW. Na slici broj 1 se vide merenja sa ćelije I235 u TS 110/20/10kV N. Sad 5. Za 10s merenja korišćena je veoma korisna aplikacija u okviru izveštajnog podsistema IPS - ANP izveštaji, za formiranje izveštaja merenja sa VN SCADA sistema. U trenutku ispada najmanji napon je bio između faza L2 i L3, sa 20,1 kV je pao na 18,98kV odnosno pao je za 1,21kV.

Vreme	I L1	I L2	I L3	U L1-L2	U L2-L3	U L3-L1	P (MW)
6:52:40	274,5	278,48	281,46	20,2	20,1	20,15	9,64
6:52:50	0	0	0	19,14	18,98	19,01	0

SLIKA 1 - Merenja na ćeliji I235 u trenutku ispada elektrane

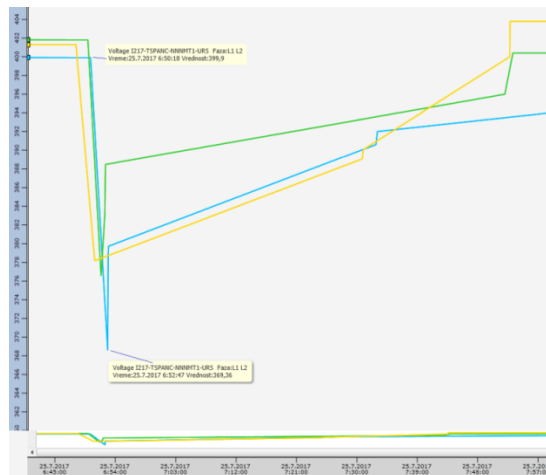
Napon na ET broj 3 u TS 110/35/20kV Novi Sad 7, sa kojih se napajao ceo konzum je bio za 1kV viši od napona na sabirnicama na kojima je ćelija I235. Automatska regulacija napona ovog ET menja poziciju za dva položaja i napon na sabirnicama u TS 110/20/10kV Novi Sad 5 raste do 19,4kV. ARN radi korektno u skladu sa podešenjima i trenutnim stanjem u mreži.

Napon na distributivnim trafostanicama (DTS) koje su u SN SCADA sistemu, je posmatran na nekoliko izabranih DTS. Izabrane TS su Hajduk Veljkova, TS Branimira Ćosića (napaja porodilište) (slika 2) i TS Pančevačka (slika 3).



SLIKA 2 - Dijagrami linijskog NN napona na TS Hajduk Veljkova i TS Branimira Ćosića

Najniži napon je zabeležen u TS Branimira Ćosića i on je u trenutku ispada elektrane iznosio 365,6V između faza L1 i L3 i pao je za 5,75% od nominalnog napona od trenutne merene vrednosti. Najveći propad, od 7,65%Un u odnosu na trenutno merenu vrednost, zabeležen je u TS Pančevačka između faza L1 i L2. Posmatrane TS imale su napone u trenutku ispada koje su u zakonski dozvoljenim granicama +/- 10% U_n .



SLIKA 3 - Dijagrami linijskog NN napona na TS Pančevačka

Hronološki sledećeg dana traženo od JKP Toplana da se objasni uzrok ispada elektrane. Uz saradnju sa kolegama iz toplane i listu događaja sa zaštitnih uređaja na elektrani i u TS u vlasništvu ODS sačinjena je analiza, slika 4.

U 6:53:29.593h (sistemsko vreme na elektrani, razlikuje se od sistemskog vremena ODS) dolazi do porasta napona sa 20,622kV na 21,374kV. Napon na generatoru nastavlja da raste i u 6:53:29.600h razlika između napona na generatoru i mrežnog napona iznosi 1,426kV, slika 4. Sledeći događaj hronološki zabeležen je porast frekvencije generatora na 51,36Hz i ispad spojnog prekidača između elektrane i ostatka DEES. Nije moguće sa sigurnošću utvrditi da li je spojni prekidač ispao pre ili nakon prvog sledećeg porasta frekvencije.

Rezultat analize jeste da razlog ispada generatorske jedinice nisu prelazni procesi u DEES. Sve manipulacije za potrebe rekonfiguracije u DEES su završene pola sata pre poremećaja u samoj elektrani, što je i zabeleženo kroz hronološku listu događaja sa generatorske jedinice M01.

Svi poremećaji kod korisnika DEES na NN strani u situacijama ispada elektrane u redovnom uklopnom stanju su manje osetni u odnosu na situaciju opisanu kroz ovaj odeljak, kroz stanje u rekonfigurisanom režimu DEES, odnosno nisu zabeleženi NN naponi kod kupaca koji su van zakonskih normi.

vreme	frekvencija	napon	razlika napona	spojni prekidač
25.7.2017. 6:50:00.0	49,97	20622	-74	uključen
25.7.2017. 6:50:07.640	49,99 do 50		-77	uključen
25.7.2017. 6:50:26.667	49,99 do 50	20675	-77	uključen
25.7.2017. 6:50:55.181	49,99 do 50	20622	-76	uključen
25.7.2017. 6:53:29.200	49,99 do 50		-80	uključen
25.7.2017. 6:53:29.593	49,99 do 50	21374		uključen
25.7.2017. 6:53:29.600	49,99 do 50	21237	1426	uključen
25.7.2017. 6:53:29.693	51,36			uključen
25.7.2017. 6:53:29.794				isključen
25.7.2017. 6:53:30.0	55,58	25334	5973	isključen
25.7.2017. 6:53:30.400	56,05	23568	4179	isključen
25.7.2017. 6:53:30.800	55,29	21175	1766	isključen

SLIKA 4 - Analiza ispada generatorske jedinice M01

ISPAD 11.09. 2017.

Jedan od karakterističnih događaja jeste situacija u rekonfigurisanom režimu DEES kao i događaj od 11.09.2017.

Nakon završenih manipulacija i započetih radova, utvrđeno je da je deo konzuma bez napona. Hitnom analizom liste događaja uočeno je da je izvod Toplana Zapad 3 elektrana u ispadu, ali da su u ispadu i dva izvoda na TS 110/35/20kV Novi Sad 7. Izvod sa TS 110/35/20kV Novi Sad 7 koji je napajao 20kV sistem sabirnica SS2 u TS 110/20/10kV Novi Sad 5 nije bio u ispadu.

Dva 20kV izvoda u TS 110/35/20kV Novi Sad 7 koja su bila u ispadu su Cara Dušana i Bolmanska. Ova dva izvoda su napajala konzume od po dva izvoda sa konzuma TS 110/20/10kV Novi Sad 5, što je u redovnom uklopnom stanju šest izvoda. Utvrđeno je da je na sva tri izvoda na kojima je reagovao prekidač registrovan zemljospoj. Liceodgovorno za rekonfiguraciju DEES, na osnovu analize liste događaja i reagovanja zaštitnih uređaja, a na ličnu odgovornost daje nalog za uključjenje dva izvoda na TS 110/35/20kV Novi Sad 7. Svi kupcina oba izvoda, koji ukupno napajaju šest izvoda u normalnom režimu rada, dobili su napajanje za 4 i 5 minuta, slika 5.

Vreme	Transformatorska stanica	Lokacija	Opis	Poruka
11.9.2017 7:42:40.000	TS 110/35/20 kV NOVI SAD 7	I 225 BOLMANSKA	NS7_I225 BOLMANSKA PREKIDAČ	Value = UKLJUČEN (normal state)
11.9.2017 7:41:52.000	TS 110/35/20 kV NOVI SAD 7	I 207 CARA DUŠANA	NS7_I207 CARA DUŠANA PREKIDAČ	Value = UKLJUČEN (normal state)
11.9.2017 7:37:07.000	TS 110/35/20 kV NOVI SAD 7	I 225 BOLMANSKA	NS7_I225 BOLMANSKA PREKIDAČ	Value = ISKLJUČEN (abnormal state)
11.9.2017 7:37:07.000	TS 110/35/20 kV NOVI SAD 7	I 207 CARA DUŠANA	NS7_I207 CARA DUŠANA PREKIDAČ	Value = ISKLJUČEN (abnormal state)

SLIKA 5 - Isključenje i uključjenje dva napojna izvoda

Kroz analizu je utvrđeno da je na 20kV izvodu Toplana Zapad 3 registrovan zemljospoj i da je on uzrok ispada i preostalih izvoda. Potvrđeno je informacijom sa terena da je uzrok zemljospoja kidanje kabla, kojim je elektrana povezana sa TS 110/xkV. Kabel su pokidali kopači bagerom. Razlog ispada 20kV izvoda Cara Dušana i Bolmanska je neselektivnost zaštite u rekonfigurisanom režimu sa izvodom Toplana Zapad 3 elektrana. Ova dva izvoda su u ovoj situaciji napajala još po dva 20kV izvoda. Usled zemljospoja na kabelu za elektranu velike kapacitivne struje sa konzuma rekonfigurisanih izvoda su uticale na reagovanje neusmerene zemljospojne zaštite na njima. Vreme reagovanja zaštite na ova dva izvoda je bilo isto kao i vremensko podešenje reagovanja zaštite na izvodu Toplana Zapad 3 elektrana. Nakon analize izvršeno je vremensko prepodešenje zemljospojne zaštite na izvodu Toplana Zapad 3 elektrana na 0s. Na ovaj način, u bilo kakvoj konfiguraciji DEES u slučaju zemljospoja od TS 110/20/10kV Novi Sad 5 ka elektrani, reagovaće prvo prekidač na 20kV izvodu Toplana Zapad 3 elektrana. Ovaj događaj je pokazao da

se mora voditi računa o selektivnosti zaštite u DEES sa distributivnim generatorima u rekonfigurisanom stanju DEES. Pored vremenske selektivnosti, moguće rešenje je uvođenje usmerene zemljospojne zaštite na izvodima.

IZMENJEN TOK ELEKTRIČNE ENERGIJE - IZ DISTRIBUTIVNE KA PRENOSNOJ MREŽI

Novina u upravljanju distributivnom mrežom sa distributivnom elektranom je tok energije od strane distributivne mreže ka prenosnoj mreži [1] [2]. Situacija u kojoj je strujno opterećenje distributivne mreže na 20kV sabirnicama SS2 manje od struje koju daje elektrana dovodi do navedenog stanja. Kompletan sistem merenja snage na ET 110/20/10kV u TS Novi Sad 5 nije prilagođen, niti merilima niti kroz SCADA aplikaciju dispečerskom upravljanju. Brojila za protok električne energije nisu definisana kao višekvadrantna, već isključivo kao jednokvadrantna. Sva merenja koja operater dobija u dispečerskom centru ili kroz izveštaje IPS sa Pupin SCADA sistema, koji se koriste za analizu i operativno upravljanje DEES, su data kao apsolutne vrednosti istih. Ni jedno merenje niti pokazatelj ne ukazuju na situaciju predaje električne energije ka prenosnoj mreži. Kroz sumarni izveštaj na mesečnom nivou, preko aplikacije SRAAMD koja je u nadležnosti JP EMS, se vidi dvosmerni protok energije na ET3 u TS 110/20/10kV Novi Sad 5. U toku 2017. godine izveštaj o predatoj energiji prenosnoj mreži po mesecima prikazan je u tabeli 1. Ukupno je zabeležen protok od 201 808 kWh.

2017	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ukupno
TS NS5	0	0	0	0	83.522	12.070	62.370	32.230	3.916	7.700	0	0	201.808

TABELA 1- Proizvodnja potisnuta iz distributivnog sistema(kWh)

Analizama petnaestominutnih merenja struja napravljenim kroz aplikaciju IPS sa VN SCADA sistema za konzum na SS2 u TS NS5, utvrđeno je da je u mesecima kada je bilo predaje energije u smeru ka prenosnoj mreži to obično u intervalu posle 1h od ponoći pa nekada čak i nešto više od 6h u jutarnjim satima (zavisno od meseca). Sektor upravljanja na nivou operativnog planiranja DEES nije mogao imati lako dostupnu informaciju o ovom problemu, osim posebnim analizama. Ni jednim dokumentom nije definisano kako i na koji način operator distributivnog sistema treba da se ponaša u ovakvim situacijama. Definisane predaje električne energije prenosnoj mreži takođe nije definisano. Upravljanje mrežom sa stanovišta distributera mora biti jasno definisano. Šta raditi u ovakvim periodima? Da li izvršiti rekonfiguraciju DEES, tako da se poveća opterećenje DEES i ne dolazi do situacija predaje električne energije prenosnoj mreži? Ako se ide ka takvom rešenju, menja li se redovno radno definisano uklopno stanje DEES samo u tim periodima ili to ostaje kao trajno rešenje? 05.04.2018. na osnovu analize stanja sa 20kV sistemu sabirnica broj 2, utvrđeno je da je bilo predaje električne energije iz DEES u prenosnu mrežu. Istog dana izmenjeno je uklopno stanje prebacivanjem 20kV izvoda Toplana Detelinara na SS2, odnosno urađeno je povećanje opterećenja kako ne bi bilo negativnog smera energije kroz ET broj 3 u TS N. Sad5 u ranim jutarnjim satima. Koncept promene uklopnog stanja nije dobra odluka sa stanovišta upravljanja DEES, zbog remećenja koncepta rezerviranja, odnosno remećenja veza sa susednim 20kV izvodima i susednoj TS 110/35/20 kV Novi Sad 7 (sa kojim imamo najviše konekcija i mogućnosti rekonfiguracije), za koje postoji planski definisano redovno radno uklopno stanje.

Jedna od ideja kako bi na vreme imali alarm da je struja konzuma na SS2 bliska struji elektrane, jeste alarm koji bi generisao VN SCADA sistem. U ovom sistemu se sabiraju merenja struja na svim 20kV izvodima koji su na SS2. Od te vrednosti bi se oduzela struja na I235 (sa elektrane) i definisao alarm kada je navedena razlika struja manja od 20A. Nakon toga bi bilo potrebno rekonfigurirati sistem. Kasnije bi se uklopno stanje vratilo na redovno radno definisano uklopno stanje. Ostaje pitanje, da li je ovo rešenje dobro i koliki bi broj manipulacija imali u toku godine za ovakvo rešenje?

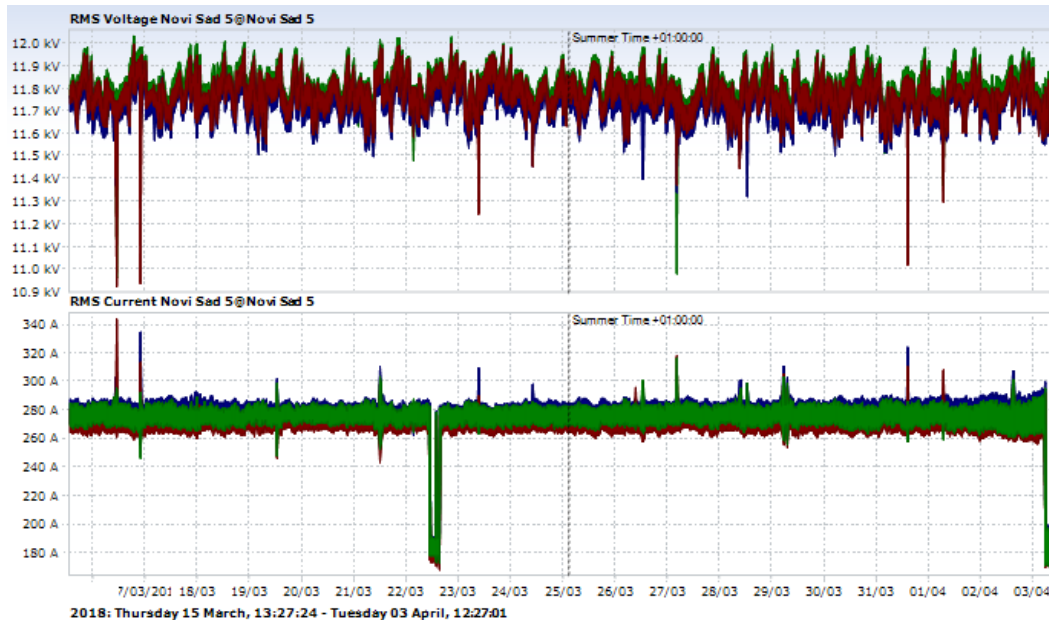
Službe koje odobravaju priključenje distributivnih generatora na EES, moraju voditi računa o minimalnom režimu konzuma energetskeg transformatora na čiji konzum priključuju generator. Na ovaj način će predvideti tok energije iz DEES u prenosnu mrežu i blagovremeno preduzeti akcije, obaveze u okviru upravljanja DEES.

Službe koje odobravaju priključenje distributivnih generatora na EES, moraju voditi računa o minimalnom režimu konzuma energetskeg transformatora na čiji konzum priključuju generator. Na ovaj način se može predvideti tok energije iz DEES u prenosnu mrežu i blagovremeno reagovali u okviru upravljanja DEES.

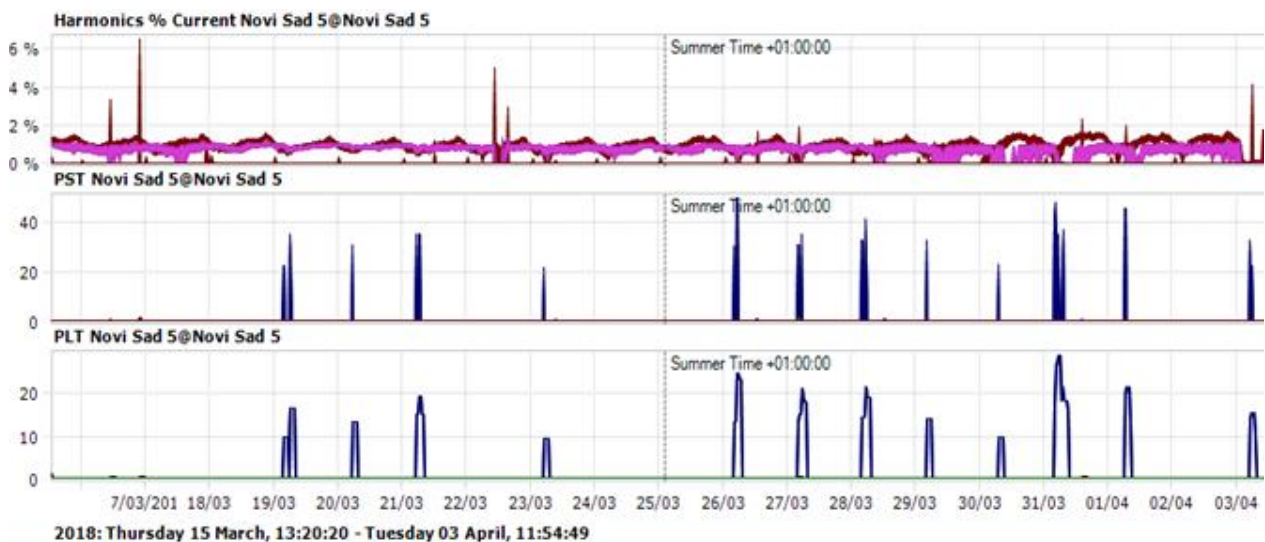
MERENJE KVALITETA ISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE DISTRIBUTIVNE ELEKTRANE

Vršena su merenja kvaliteta električne energije koju daje Elektrana u periodu od 15.03.2018. do 03.04.2018. U toku monitoringa opseg injektirane aktivne snage je od 9,5-9,9 MW i reaktivne od 0,6-1,0 MVar. Dana 22.03. i 03.04.2018. godine nastao je pad proizvodnje, rad ME sa dva generatora, i injektiranom snagom od 6,3MW zastoje oko 4h. Rezultati se mogu videti na sledećim grafičkim prikazima:

Na grafiku 1 je prikazan naponski i strujni profil za period monitoringa. Fazni napon se u velikom broju merenja kretao u opsegu od 11,5 – 12 kV, struje od 260 – 280 A. U trenutku ispada jednog generatora, injektirana struja je 180A. Na grafiku se uočavaju periodi propada napona i pikova struje. Propadi napona po vrednostima ostaju u granicama $\pm 10\% U_{nf}$.



GRAFIK 1 - Fazni napon i struja na čeliji I235 u TS 110/20/10kV Novi Sad 5



GRAFIK 2 - Harmonici i flikeri isporučene električne energije

Grafik 2 prikazuje vrednost harmonika i flikere u periodu monitoringa. Harmonici su reda 1%, dok flikeri postoje u strujnim pikovima i naponskim propadima. Zaključak je da se radi o vrlo "čistom" energetskom izvoru, koji ne injektira harmonike i flikere u mrežu, koji mogu izazvati smetnje kod potrošača.

ZAKLJUČAK

Na osnovu iskustva sa operativnom analizom, planiranjem i upravljanjem distributivnom mrežom u prisustvu distributivnog generatora, koji predaje 10MW distributivnoj mreži u najdužem periodu svoga rada, navedeno je nekoliko zaključaka.

- 1) Uodgovarajuća regulatorna dokumenta (Pravila o radu DS) uneti pravila o upravljanju distributivnom mrežom u slučaju predaje električne energije iz distributivne u prenosnu mrežu;
- 2) Potrebno je voditi računa o selektivnosti zaštite distributivne mreže u rekonfigurisanom sistemu sa distributivnom elektranom;
- 3) Statistički sa brojem kvarova od strane elektrane ne može se u potpunosti osloniti na podršku u situacijama rekonfigurisanog rada distributivne mreže, kada je ovaj izvor od značaja;
- 4) U cilju bolje regulacije napona, prilikom uključenosti distribuirane proizvodnje posebnim izvodima na sabirnice TS, mogu da se koriste uređaji automatske regulacije napona koji bi u opterećenje TS uključili snagu koju daje distribuirana proizvodnja čime ne bi dolazilo do, moguće značajnih, odstupanja napona kada distribuirana proizvodnja daje snagu u distributivnu mrežu zbog kompenzacije pada napona usled opterećenja [1] [3];
- 5) Kogeneracijom se povećava stepen iskorišćenosti gasa čime se doprinosi efikasnijem korišćenju energije. Sinhroni generatori su čist izvor energije u smislu injektiranja viših harmonika struje i napona kao i flikera u mrežu, a popravljaju se i naponske prilike u mreži, posebno u rekonfigurisanom režimu rada distributivne mreže. Ovaj izvor energije se, obzirom na neizvesnu energetska budućnost i bez obzira na stepen pouzdanosti, ne sme zanemariti.

LITERATURA

- 1) J. Hiscock, N.Hiscock, A.Kennedy, 2007., "Advanced voltage control for networks with distributed generation ", 19th International Conference on Electricity Distribution CIRED;
- 2) Z. Simendić, J. Činčurak, 2017, "Regulacija napona 20 kv distributivne mreže sa vetrogeneratorom", CIGRE;
- 3) S. Spremić, 2010, "Uređaji za automatsku regulaciju napona distributivnih transformatora 110/x kV", Časopis Elektrodistribucija.