Broj rada: R3-01
DOI:10.46793/CIRED2026.R3-01_105

IZAZOVI U RADU DEES U TOKU PLANIRANIH RADOVA OPS

CHALLENGES IN THE OPERATION OF DEES DURING TSO PLANNED WORK

Milica POROBIĆ, EDS, Srbija*
Slobodan IVANOV, EDS, Srbija
Saša MANDIĆ, EDS, Srbija
Aleksandra ROSIĆ, EDS, Srbija
Gordana JOVANOVIĆ, EDS, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Rad opisuje stanje u distributivnom elektroenergetskom sistemu (DEES) koje je posledica zahteva Operatora prenosnog sistema (OPS) u kome se traži trajno isključenje DV 110 kV broj 1106 TS 400/220/110 kV Novi Sad 3 – 110/20 kV TS Temerin. Trajno isključenje dalekovoda je neophodno u vremenskom intervalu od tri dana, odnosno 72 sata. Isključenje se vrši zbog revitalizacije relejne zaštite DVP 110 kV broj 1106 u TS 400/220/110 kV Novi Sad 3. Radi se o radijalnom pravcu u prenosnoj mreži 110 kV preko koje se iz TS 400/220/110 kV Novi Sad 3 radijalno napajaju dve trafostanice TS 110/20 kV Temerin i TS 110/20 kV Žabalj. Isključenjem DV 110 kV broj 1106 TS 400/220/110 kV Novi Sad 3 - TS 110/20 kV Temerin, konzum TS 110/20 kV Temerin i konzum TS 110/20 kV Žabalj ostaju bez napajanja sa 110 kV strane. Autori su kroz rad predstavili rešenje u napajanju DEES i rekonfiguraciju istog, kao i probleme koji su se dešavali zbog kvarova u rekonfigurisanom DEES u toku radova i rešenjima istih.

Ključne reči: planirani radovi, rekonfiguracija, kvarovi

ABSTRACT

The paper describes the situation in the distribution electric power system (DEES), which is a consequence of the request of the Transmission System Operator (TSO) in which the permanent disconnection of DV 110 kV number 1106 TS 400/220/110 kV Novi Sad 3 – 110/20 kV TS Temerin is requested. The permanent disconnection of the transmission line is necessary in a time interval of three days, i.e. 72 hours. The disconnection is due to the revitalization of the relay protection DVP 110 kV number 1106 in TS 400/220/110 kV Novi Sad 3. It is a radial direction in the 110 kV transmission network through which two substations TS 110/20 kV Temerin and TS 110/20 kV Žabalj are fed radially from TS 400/220/110 kV Novi Sad 3. By disconnecting DV 110 kV number 1106 TS 400/220/110 kV Novi Sad 3 - TS 110/20 kV Temerin, consumer TS 110/20 kV Temerin and consumer TS 110/20 kV Žabalj remain without power from the 110 kV side. Through the paper, the authors presented the solution in powering the DEES and its reconfiguration, as well as the problems that occurred due to malfunctions in the reconfigured DEES during the works and their solutions.

* Milica Porobić milica.porobic@es.rs; Slobodan Ivanov slobodan.ivanov@es.rs; Saša Mandić sasa.mandic@es.rs; Aleksandra Rosić aleksandra.rosic@es.rs; Gordana Jovanović gordana.v.jovanovic@es.rs

Keywords: planned works, reconfiguration, faults.

UVOD

Elektrodistribucija Novi Sad je najveći ogranak od ukupno sedam elektrodistributivnih ogranaka na konzumnom području DP (distributivno područje) Novi Sad. DP Novi Sad geografski čini oblast Autonomne pokrajine Vojvodine. U okviru Sektora za upravljanje distributivnim elektroenergetskim sistemom Ogranka Elektrodistribucija (ED) Novi Sad se vrši planiranje upravljanja, operativno upravljanje, nadzor, kontrola i akvizicija podataka u distributivnom elektroenergetskom sistemu (DEES).

Pouzdanost napajanja konzuma kupaca električnom energijom, u skladu sa regulativom energetskog sektora, je osnovni zadatak operativnog upravljanja DEES. Ovaj izazov svakako najviše dolazi do izražaja u režimima rada distributivnog sistema van normalnih pogonskih uslova rada. Režimi rada DEES van normalnih pogonskih uslova rada se javljaju u periodima kvara, ali i periodima planiranih radova, posebno pri gašenju kompletnog 110 kV napona u TS 110/x kV. Problemi u ovakvim uslovima rada iziskuju rešenja, takva da kupci električne energije imaju zadovoljavajući kvalitet isporučene električne energije.

1 PLANIRANJE RADA DEES

Članom 109 Zakona o energetici, stav 17) definisana je obaveza OPS električne energije, kojom je isti dužan da održava i razvija prenosni sistem [1]. U skladu sa navedenim OPS planira revitalizaciju relejne zaštite na dalekovodu 110 kV broj 1106 u TS 400/220/110 kV Novi Sad 3.

Na osnovu analize stanja DEES i operativnih planova, sa predstavnicima OPS EMS AD Beograd, postignut je dogovor i odluka da se radovi umesto planiranih 72 sata bez 110 kV napona svedu na dvodnevne radove u toku vikenda. TS 110/20 kV Temerin i TS 110/20 kV Žabalj napajaju konzum DEES koji čini 11 naseljenih mesta. Po registrovanoj potrošnji Ogranka ED Novi Sad to je oko 22 % ukupne potrošnje ogranka. Ogranak ED Novi Sad po broju kupaca i preuzetoj električnoj energiji čini trećinu u ukupnom broju i količini DP Novi Sad. Analizom višegodišnjeg rada i potrošnje ovog dela konzuma DEES, za radove je predložen kraj maja i početak juna. Izabran je datum kada će potrošnja konzuma, ali i proizvodnja distributivnih generatora biti takva da je moguće napojiti veći ili kompletan konzum ove dve TS 110/x kV. Planirani radovi su izvršeni 31.05. i 01.06. 2025. godine.

Pravilima o radu Distributivnog sistema (DS) električne energije [2], definiše se planiranje rada DS. Stavka 5.2.1 Pravila kaže: Planiranje rada DS se vrši na osnovu podataka o energiji preuzetoj iz prenosnog sistema i elektrana priključenih na DS, energiji koja je isporučena korisnicima, podataka o planiranim radovima, opštih podataka o stanju pojedinih elemenata DS i drugih podataka.

Stavkom 5.3.3 se definiše operativno planiranje rada DS i navodi se: Operativno planiranje rada DS se sastoji od:

1) prikupljanja i analize tekućih podataka o električnim parametrima elemenata DS i uklopnim stanjima elemenata DS,
2) prikupljanja i analize tekućih podataka o proizvodnji iz elektrana priključenih na DS,

3) određivanja maksimalnih snaga u tačkama preuzimanja električne energije iz prenosnog sistema,
4) prikupljanja i analize tekućih podataka o pogonskim događajima u distributivnoj mreži,
5) izrada energetskih rešenja za realizaciju planiranih radova na elementima DS i objektima korisnika.

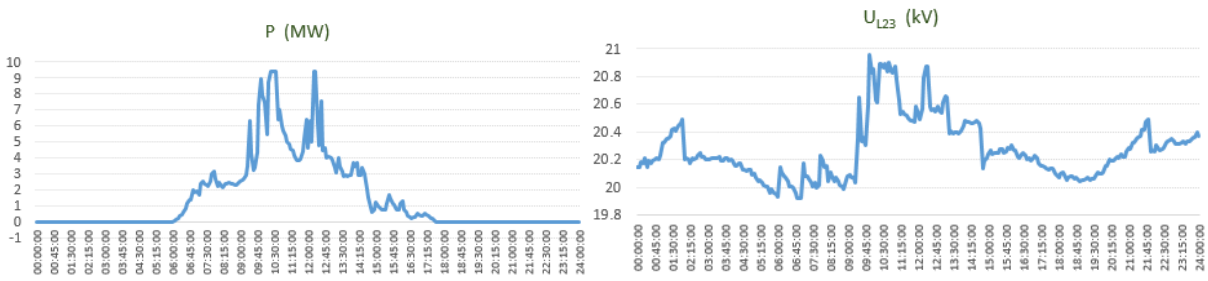
Za planiranje rada DEES ulazni podatak o proizvodnji elektrana je uzet iz Izveštajnog podsistema za daljinsku kontrolu, nadzor i upravljanje, IPS SCADA Pupin sistema [3]. Nedostatak u planiranju rada DEES je nepostojanje plana rada elektrana, dostavljenih sektoru upravljanja. U Zakonu o energetici Član 94 [4] stoji: Energetski subjekt koji obavlja delatnost proizvodnje električne energije (u daljem tekstu: Proizvođač), u skladu sa ovim zakonom, ima pravo da: Stav 12a) dostavlja operatoru na čiji sistem je priključen podatke o planiranoj proizvodnji na satnom nivou za naredni mesec do 15. dana u tekućem mesecu.

U Ugovoru o pristupu distributivnom sistemu proizvođača električne energije, sklopljenim između Elektrodistribucije Srbije i Korisnika distributivnog sistema (ovde proizvođača električne energije) u Članu 16 [5] stoji:
Korisnik je dužan da, u skladu sa Zakonom o energetici, dostavlja ODS podatke o planiranoj proizvodnji na satnom nivou za naredni mesec do 15. dana u tekućem mesecu u formi iz Priloga 2 ovog Ugovora. Dostavljanje se vrši elektronskim putem u .xlsx formatu na mail adresu.
Sektor za upravljanje DEES elektrodistribucije Novi Sad, ne raspolaže podacima o planu proizvodnje elektrana od interesa za planiranje rada DEES. Potrebno je utvrditi da li proizvođači električne energije, dostavljaju podatke o planu proizvodnje i iste prosleđivati i Sektoru za upravljanje DEES.

U skladu sa prethodno definisanim stavkama, planira se rad DEES u rekonfigurisanom režimu, kroz energetska rešenja napajanja konzuma.

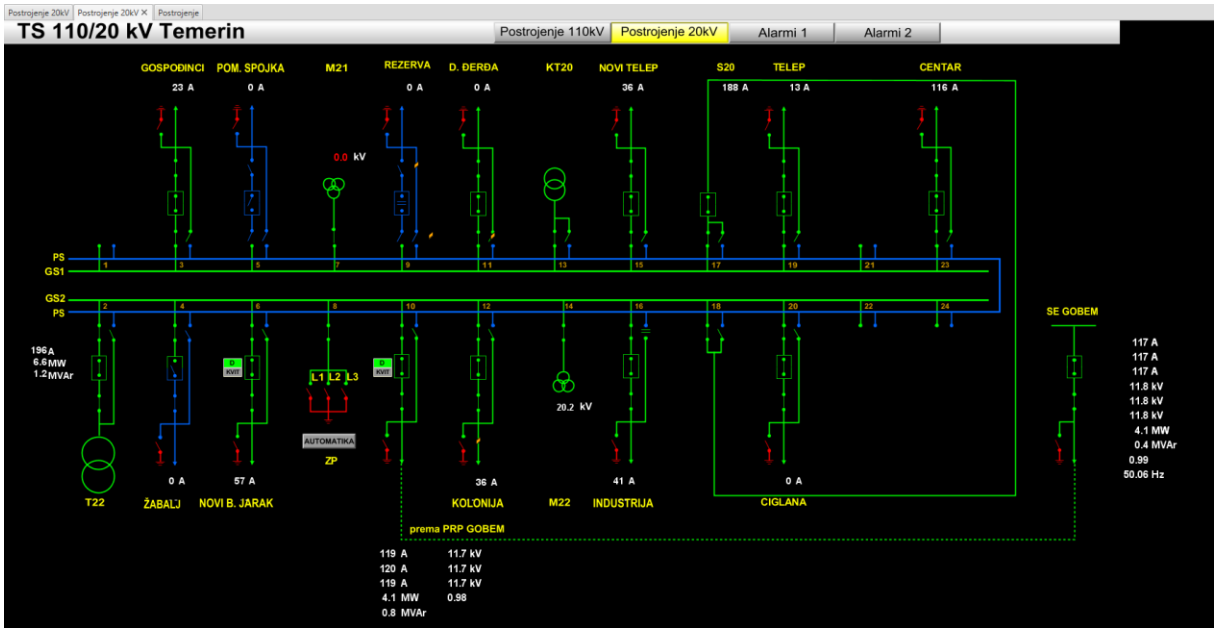
1.1 Energetsko rešenje napajanja TS 110/20 kV Temerin

Na konzumnom području TS 110/20 kV Temerin pored potrošačkog dela konzuma nalaze se i dve distributivne elektrane. Prva od njih je solarna fotonaponska elektrana FNE Gobem sa instaliranom snagom od 9320 kW (u svom sastavu ima 80 invertora) i nalazi se u mestu Temerin. Druga je SE DTD Ribarstvo, instalirane snage 1200 kW (u svom sastavu ima 12 invertora) i nalazi se u mestu Bački Jarak. Proizvodnja ove dve elektrane svakako olakšava planiranje rada konzuma DEES, ali se ne možemo u potpunosti osloniti na iste, jer su po pitanju varijabilnosti proizvodnje nepredvidive.



Slika 1 - Proizvodnja FNE Gobem za dan 10.03.2025. (aktivna snaga i linijski napon)

Planiranje rada DEES se vršilo analiziranjem konzuma i kao jedan od primera proizvodnje FNE Gobem je uzet 10.03.2025. Stanje u SE, prikaz proizvedene snage P (MW) i napona U_{L23} (kV) je prikazano na slici 1.



Slika 2 – SCADA prikaz TS 110/20 kV Temerin

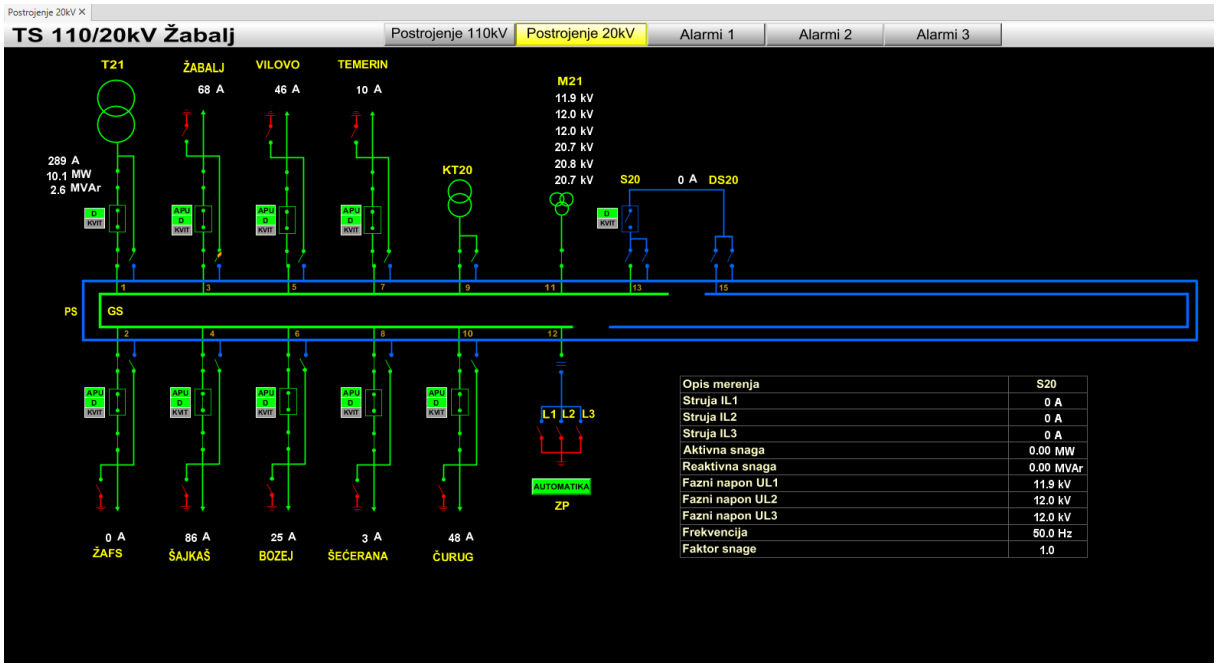
Analiza DEES je pokazala da se opterećenje ET 110/20 kV broj 1 u TS 110/20 kV Temerin kreće u rasponu od 280 A u 20 h do 80 A u 13 h. Smanjenje opterećenja na 80 A u 13 h je posledica proizvodnje solarnih elektrana od kojih je sa FNE Gobem bilo 240 A. Bez rada solarnih elektrana opterećenje ET broj 1 u TS 110/20 kV Temerin bi iznosilo oko 320 A, odnosno oko 11 MW. Na slici 2 je dat SCADA prikaz TS 110/20 kV Temerin na dan 20.05.2025. koji se koristio za planiranje rada DEES.

TS 110/20 kV Temerin preko 20 kV izvoda Novi Bački Jarak ima 20 kV vezu sa TS 110/20 kV Rimski Šančevi preko 20 kV izvoda Bački Jarak. Ova veza ima „usko grlo“ nadzemnog dela dalekovoda tipa AlCe 3x50/20 čija je propusna moć 170 A. U slučaju ispada solarnih elektrana ovaj pravac ne može pokriti ceo konzum od 11 MW. Planiranje rada DEES sa konzumnog područja TS 110/20 kV Temerin, uzimajući u obzir sva ograničenja, jeste da se glavne sabirnice 20 kV GS 1 preko 20 kV izvoda Gospođinci napoje iz pravca TS 110/20 kV Žabalj preko 20 kV izvoda Temerin. Sa glavnih sabirnica GS 1 se napajaju 20 kV izvodi Novi Telep, Telep i Doža Đerđa 31.05. dok je 01.06. 20 kV izvod Telep napojen iz pravca sabirnica 20 kV GS 2. Ostatak konzuma TS Temerin odnosno glavne sabirnice GS 1, kao i 20 kV izvod Centar oba dana i Telep 01.06. napajaju se preko 20 kV izvoda Novi Bački Jarak iz pravca TS 110/20 kV Rimski Šančevi. Veliki značaj i učešće imaju solarne elektrane, oko 9 MW u vrhu proizvodnje. Niko od korisnika DEES ne ostaje bez napajanja električnom energijom.

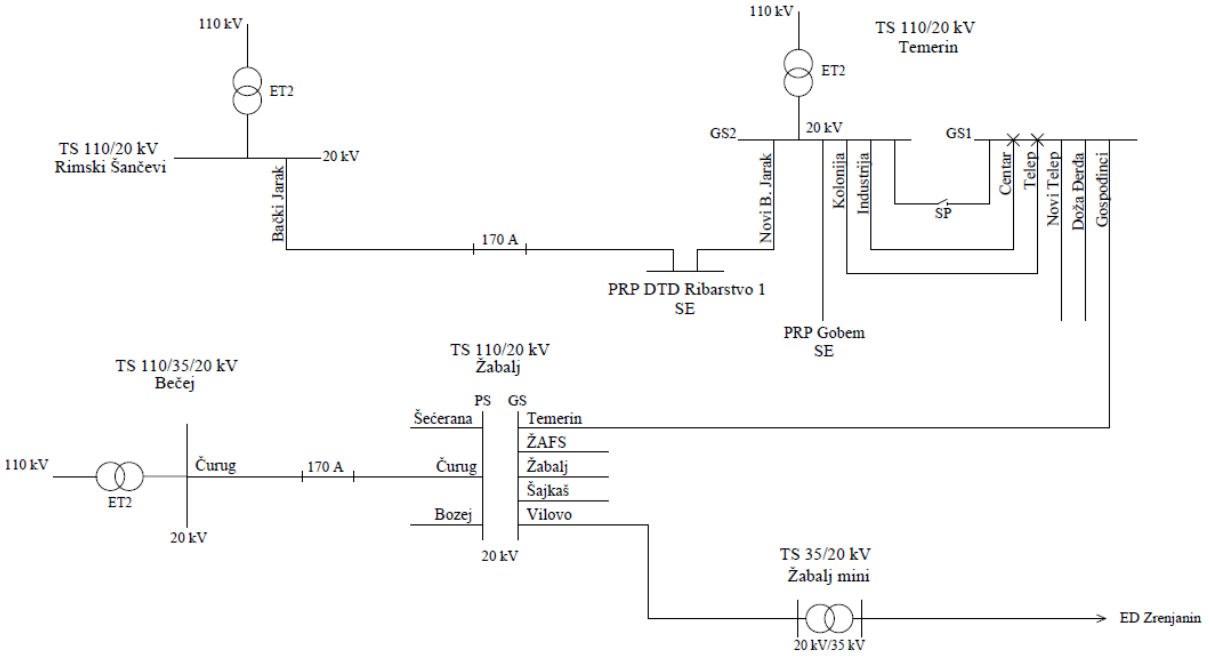
1.2 Energetsko rešenje napajanja TS 110/20 kV Žabalj

TS 110/20 kV Žabalj u raspletu srednjenaponske mreže ima 20 kV veze sa TS 110/35/20 kV Bečej i Ogrankom ED Zrenjanin preko TS 20/35 kV Žabalj mini. Ove veze su iskorišćene za napajanje glavnih sabirnica GS, kao i pomoćnih sabirnica PS u TS 110/20 kV Žabalj. Na slici

3 je dat SCADA prikaz TS 110/20 kV Žabalj na dan 20.05.2025. koji se koristio za planiranje rada DEES.



Slika 3 – SCADA prikaz TS 110/20 kV Žabalj



Slika 4 – Skica rekonfigurisanog DEES

Konzum TS 110/20 kV Žabalj za planirano vreme izvođenja radova je oko 10 MW. Plan rada DEES jeste da se 20 kV napon na pomoćne sabirice PS prosledi preko 20 kV izvoda Čurug u TS 110/20 kV Žabalj iz pravca 20 kV izvoda Čurug u TS 110/35/20 kV Bečej. Ovim pravcem u oba dana napojeno je oko 6 MW sa konzuma TS 110/20 kV Žabalj. Deo energije preuzete od Ogranka ED Zrenjanin iz pravca TS 20/35 kV Žabalj mini je preko 20 kV izvoda Temerin u

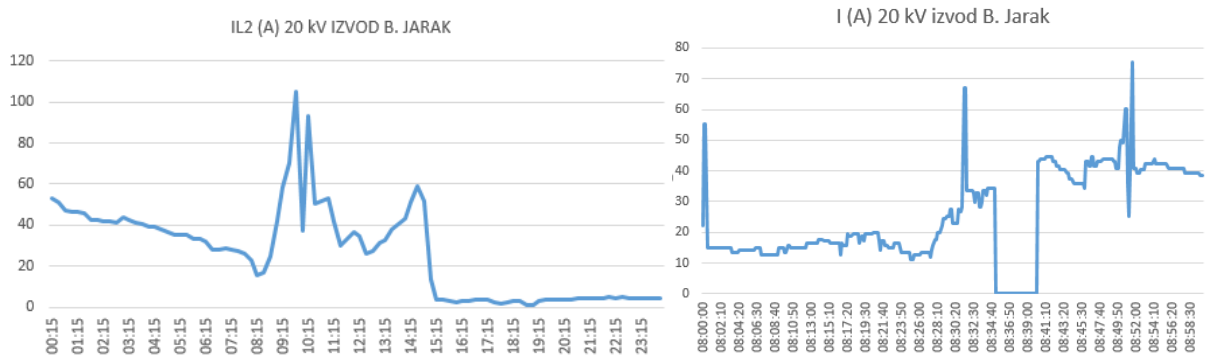
TS 110/20 kV Žabalj i izvoda 20 kV Gospođinci u TS 110/20 kV Temerin napajao GS 1 u datoj TS. Zbog odluke da se napoji kompletan konzum TS 110/20 kV Temerin, korišćenjem prethodne veze, deo konzuma TS 110/20 kV Žabalj ostaje bez napajanja električnom energijom za vreme izvođenja radova. To su naseljena mesta Vilovo i Gardinovci, kao i deo mesta Žabalj.

2 IZAZOVI U TOKU PLANIRANIH RADOVA

U toku izvođenja planiranih radova OPSa 31.05.2025. u rekonfigurisanom sistemu DEES, sve je prošlo u skladu sa planiranim stanjem svih električnih veličina. Kvalitet isporuke i isporučene električne energije korisnicma DEES je bio u skladu sa tehničkim karakteristikama definisanim tehničkim propisima, osim dela konzuma koji se napaja iz pravca ED Zrenjanin. Utvrđeno je da je potrebno povećati napon, odnosno promeniti položaj regulacione sklopke na ET u TS 20/35 kV Žabalj mini. Na SCADA prikazima TS 110/20 kV Temerin i TS 110/20 kV Žabalj, nadzor i kontrola merenih veličina u toku radova nisu ukazivali na problem, jer su svi naponi bili u dozvoljenim granicama. Rekonfiguracijom DEES značajno smo povećali dužine 20 kV izvoda i što je dovelo do stanja da neki od korisnika distributivnog sistema koji se nalaze na najudaljenijim delovima izvoda, električno gledano, imaju nešto niži napon.

U toku izvođenja planiranih radova OPSa 01.06.2025. u rekonfigurisanom sistemu DEES koji je u najvećim delom u istom uklopnom stanju kao i prethodnog dana, dolazi do ispada 20 kV izvoda Bački Jarak u TS 110/20 kV Rimski Šančevi u 8:33 h delovanjem prekostrujne zaštite.

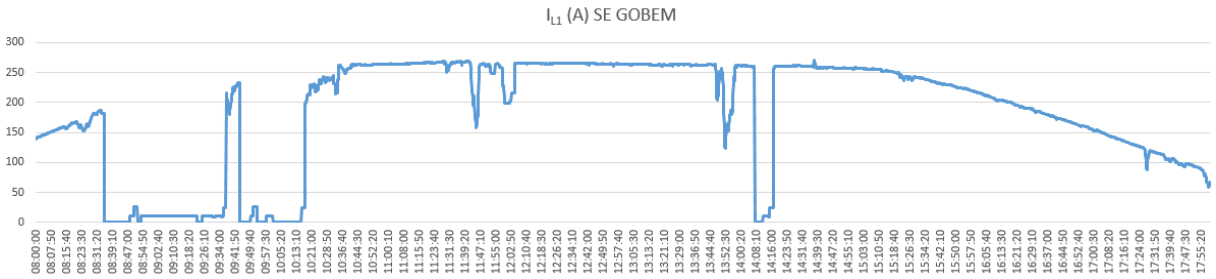
U beznaponskom stanju izvoda i konzuma glavnih sabirnica GS 2, dolazi do ispada prekidača u spojnim poljima obe solarne elektrane. 20 kV izvod Bački Jarak u TS 110/20 kV Rimski Šančevi je uključen u 8:38 h bez rada solarnih elektrana. Grafik struje 20 kV izvodA Bački Jarak je dat na slici 5



Slika 5 – Struje na 20 kV izvodu Bački Jarak ceo dan i prvi period sa kvarom

Na slikama 6 i 7 dati su dijagrami struje u fazama L1 proizvodnje solarnih elektrana FNE Gobem i SE DTD Ribarstvo.

Analizom događaja i obilaskom elektroenergetskih objekata utvrđeno je da je problem nastao na mernoj ćeliji SE DTD Ribarstvo, zbog koje su elektrane više puta ispadale iz režima proizvodnje, nakon reagovanja zaštite na 20 kV izvodu Bački Jarak u TS Rimski Šančevi, koji je bio jedina veza sa 110 kV naponom elektroenergetskog sistema.



Slika 6 – Struja u fazi L1 FNE Gobem



Slika 7 – Struja u fazi L1 SE DTD Ribarstvo

3 SNIMCI KVAROVA

Dana 1.6.2025. u 8:33h delovanjem prekostrujne zaštite na izvodu 20 kV Bački Jarak iz TS 110/20 kV Rimski Šančevi ispada prekidač izvoda kojim se vrši napajanje dela konzuma u TS 110/20 kV Temerin.

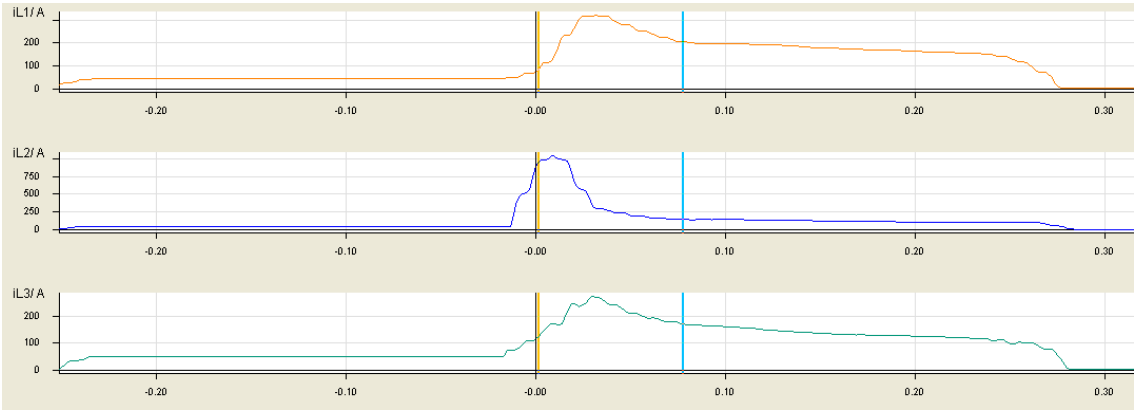
Analizom hronološkog redosleda događaja (HRD liste), uočeno je da je reagovala zemljospojna zaštita nakon 0,2 sekunde, a da je nakon I ciklusa uključenja (posle 300 ms) reagovala prekostrujna zaštita, koja se aktivirala u jednoj fazi - prešla prag podešenja ove zaštite (slika 8). Nakon ispada prekidača, pokrenut je II ciklus uključenja (posle 120 sekundi), nakon čega dolazi do definitivnog isključenja prekidača delovanjem prekostrujne zaštite u 8:35h. U 8:37h dežurni dispečer blokira funkciju APU i pokušava ručno uključenje prekidača prilikom lokalizacije kvara. U 8:38h uspešno uključuje prekidač.

U 14:05h dolazi do ponovnog delovanja zaštite na isti način kao što je već opisano. Prekidač je uključen u 14:09h. Između 8:37h i 14:09h kvar je lociran na mernoj ćeliji u PRP DTD Ribarstvo 1.

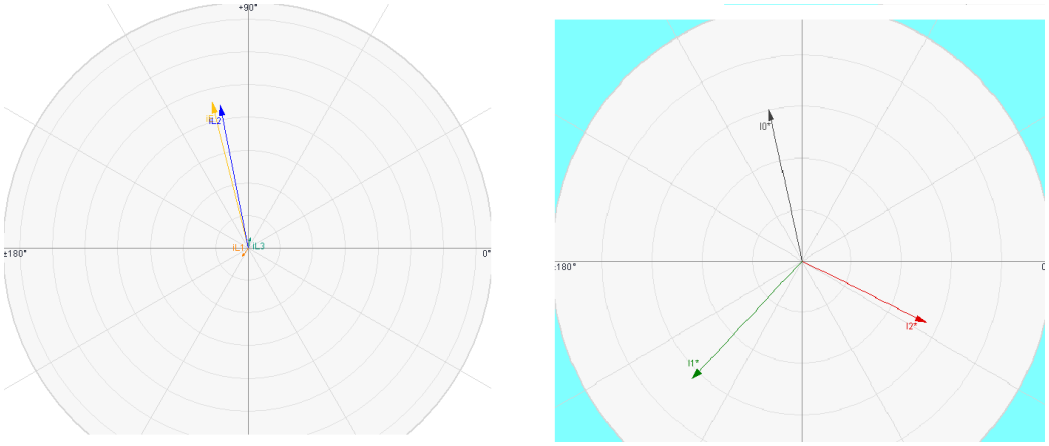
Na slici 8 se vidi vrednost struje kvara u fazi L2 na kojoj je i bio kvar. Takođe se uočava i da je intezitet struje u druge dve faze ispod podešenja prekostrujne zaštite na izvodu 20 kV Bački Jarak koja iznosi 360 A.

Uvidom u kružne dijagrame faznih i simetričnih komponenti struje na slici 9, vidi se izražena nulta i inverzna komponenta struje što ukazuje na prekid jedne ili dve faze na mestu kvara.*[6]*

Do izrade ovog rada nije se došlo do tačne informacije o vrsti kvara, koja se desila kod proizvođača na mernoj ćeliji i koja je otklonjena od strane proizvođača – vlasnika solarne elektrane.

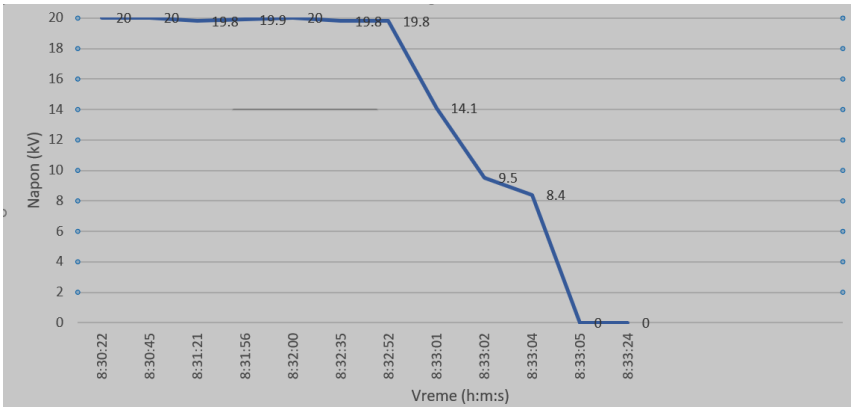


Slika 8 – Prikaz struja kvara na 20 kV Bački Jarak u TS 110/20 kV Rimski Šančevi



Slika 9 – Prikaz struja kvara u faznom domenu i domenu simetričnih komponenti na 20 kV Bački Jarak

Usled delovanja zaštite na 20 kV Bački Jarak u TS 110/20 kV Rimski Šančevi dolazi do ispada spojnih prekidača na 20 kV Novi Bački Jarak i 20 kV PRP Gobem u TS 110/20 kV Temerin proradom sistemske zaštite. Analizom događaja utvrđeno je delovanje podnaponske zaštite što se i vidi na slici 10.



Slika 10 – Prikaz naponskih prilika na 20 kV PRP Gobem u TS 110/20 kV Temerin

4 ZAKLJUČAK

Rad je imao za cilj da prikaže jednan od komplikovanijih primera rekonfiguracije DEES i funkcionisanje DEES u rekonfigurisanom režimu u periodima kvara. Situacije prikazane u radu mogu biti od interesa službama za planiranje i upravljanje DEES u okviru elektrodistribucije.

Prilikom analize rada utvrđeno je da je smenski dispečer preduzeo aktivnosti u skladu sa Pravilima o radu DS i stavkom 5.3.12 Upravljanje radom DS u poremećenom pogonu *[7]*, navedenog Pravila.

Utvrđeno je da je potrebno promeniti položaj regulacione sklopke na ET 35/20 kV u TS 20/35 kV Žabalj mini u skladu sa naponskim prilikama u toku izvođenja radova, za buduća planiranja rada DEES u rekonfigurisanom režimu. U budućim stanjima DEES će se nakon predviđene aktivnosti naponske prilike u dubini mreže na dugačkim rekonfigurisanim izvodima kretati u propisanim granicama.

Na osnovu iznetih činjenica, a u skladu sa Zakonom o energetici i podzakonskih akata, utvrđeno je da proizvođači električne energije sa konzuma ED Novi Sad, osim JP Novosadska Toplana ne dostavljaju plan proizvodnje. Zahtev za dostavljanje podataka je pokrenut iz Sektora za planiranje i upravljanje ka Sektoru za podršku tržištu i smanjenje gubitaka. Nadležni sektor će uputiti Zahtev proizvođačima. Planiranje rada DEES, zbog nepredvidivosti proizvodnje distributivnih elektrana, se može olakšati ukoliko se planovi proizvodnje regulišu u skladu sa Zakonom i podzakonskim aktima.

Potrebna je bolja komunikacija između lica KDSa zaduženih za saradnju kroz Ugovor o eksploataciji sa nadležnim službama EDSa.

LITERATURA

[1] i [4] Zakon o energetici, Službeni glasnik RS, 109/2025., Član 94, Član 109
[2] i [7] Pravila o radu distributivnog sistema električne energije, Beograd, 07/2017., stavke 5.2.1, 5.3.3, 5.3.12
[3] IPS Izveštajni podsistem, Tehničko uputstvo za kreiranje izveštaja, Institut Mihajlo Pupin Beograd, 2011., str.5
[5] Ugovoru o pristupu distributivnom sistemu, EDS, Beograd, 2022., Član 16
[6] Relejna zaštita, Duško Bekut, FTN izdavaštvo Novi Sad, 2009., str. 29.