

DOI: [10.46793/CIGRE37.C6.06](https://doi.org/10.46793/CIGRE37.C6.06)**C6.06****OBEZBEĐENJE KRITERIJUMA N-1 U CILJU STVARANJA USLOVA ZA REZERVNO
NAPAJANJE EL.ENERGIJOM KDS KOJI SU PRIKLJUČENI U POSTROJENJU 20
KV,RADIJALNO NAPOJENE TS 110/20/10 KV "JAGODINA 3"****ENSURING CRITERION N-1 IN ORDER TO CREATE CONDITIONS FOR RESERVE
POWER SUPPLY WITH ELECTRICAL ENERGY KDS WHICH ARE CONNECTED TO
THE PLANT 20 KV, RADIALLY POWERED TS 110/20/10 KV "JAGODINA 3"****Miroljub Petrović, Zoran Vulić**

Kratak sadržaj: U skladu sa zahtevima za priključenje novih korisnika DS na konzumnom području trafostanice TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ i činjenice da su u TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ na strani 20 kV već priključeni KDS u industrijskoj zoni na naponskom nivou 20 kV kao i da se TS 35/10 kV „Jagodina I“ napaja preko tercijera transformatora 110/20/10 kV. Zbog njenih ograničenja snagom i radijalnog napajanja preko DV 110 kV br.1227 „Jagodina 4 - Jagodina 3“, nije moguće obezbediti potrebnu sigurnost i pouzdanost u napajanju el.energijom novih industrijskih pogona. Razmatrane su dve mogućnosti: prvo rešenje kojim bi obezbedio kriterijum sigurnosti „n-1“, povećala pouzdanost u napajanju i proširili postojeći kapaciteti ove TS je izgradnja novog napojnog DV 110 kV po „metodi ulaz-izlaz“ na DV 110 kV br.105/2 „TE Morava - Jagodina 4“, kao i ugradnja još jednog en.transformatora. Drugo rešenje (privremeno dok se ne okonča realizacija po prvom rešenju) je nabavka energetskog transformatora 35/20 kV instalisane snage 8 MVA koji bi bio ugrađen u TS 35/10 kV „Jagodina I“ na mestu transformatora br.2 . Ovaj transformator bi bio povezan kablom 20 kV i omogućio bi prenapajanje sabirnica 20 kV u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ u slučaju ispada energetskog transformatora u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ ili napojnog dalekovoda. Zbog činjenice da je realizacija Ugovora za povezivanje trafostanice TS „Jagodina 3“ sa DV 110 kV broj 105/2 planirana do kraja 2026.godine, a nakon izvršene elektroenergetske analize i potrebe za obezbeđenjem sigurnosti i pouzdanosti krenulo se u realizaciju i drugog rešenje koje će biti privremeno do završetka radova po prvom rešenju.

Ključne reči: *potrebna sigurnost, pouzdanost, prenapajanje, brzina izgradnje*

Abstract: In accordance with the requirements for the connection of new users of DS in the consumption area of substation TS 110 / 20 / 10 kV „Jagodina 3“ and the fact that in TS 110 / 20 / 10 kV „Jagodina 3“ on page 20 kV are already connected KDS in the industrial zone at the power level of 20 kV and that TS 35 / 10 kV “Jagodina I” is powered. Due to its limitations in power and radial power over DV 110 kV No. 1227 „Jagodina 4 – Jagodina 3", it is not possible to provide the necessary security and reliability in the power supply of new industrial plants. Two options are considered: The first solution, which would provide the safety criterion “n-1”, increase reliability in the power supply and expand the existing capacities of this TS is to build

* Miroljub Petrović, Elektrodistribucija Srbije Ogranak Jagodina, miroljub.petrovic@es.rs

Zoran Vulić, Elektrodistribucija Srbije, DP Kraljevo , Ogranak Elektrodistribucija Jagodina , zoran.vulic@es.rs

a new DV of 110 kV based on the “input-output method” of DV 110 kV No. 105 / 2 “TE Morava Jagodina 4”, as well as to install another power transformers. The second solution (temporary until the completion of the implementation after the first solution) is the purchase of a 35 / 20 kV energy transformer installed with a power of 8 MVA which would be installed in TS 35 / 10 kV “Jagodina I ” at the place of transformer No.2. This transformer would be connected by a 20 kV cable and would allow recharging of the 20 kV panes at the TS 110 / 20 / 10 kV substation „Jagodina 3“ in case of power transformer failure at the TS 110 / 20 / 10 kV substation „Jagodina 3“ or power line failure. Due to the fact that the implementation of the contract for the connection of TS „Jagodina 3“ with TL 110 kV number 105 / 2 was planned for the end of 2026, and after the completion of the electricity analysis and the need to ensure safety and reliability, a second solution was also launched which will be temporary until the completion of the work after the first solution.

Key words: necessary security, reliability, refurbishment, building speed

1 UVOD

Dugoročno planiranje razvoja elektrodistributivnih mreža je strateški vrlo značajna aktivnost, jer ima za cilj, kako smanjenje gubitaka energije, tako i investicionih i eksploatacionih troškova mreže. Sagledavanjem budućih potreba za električnom energijom na nekom području, odnosno mogućih pravaca razvoja mreže, definiše se dinamika izgradnje novih elektroenergetskih objekata, njihovo uklapanje u postojeću mrežu, kao i neophodnost i način rekonstrukcije postojećih. Troškovi različitih rešenja se kroz odgovarajuću tehničko – ekonomsku analizu budućih pogonskih stanja posmatrane mreže minimizuju i međusobno porede. Osnova za pomenute analize su kvalitetna prognoza budućeg opterećenja, model postojeće mreže i odgovarajući proračuni tokova snaga i naponskih prilika. Posmatra se dinamika razvoja po etapama od pet godina i neophodno je da predložena rešenja zadovoljavaju zadate tehničke kriterijume na kraju svake etape. Studije razvoja u novim uslovima poslovanja dobijaju na značaju, ali postaju i kompleksnije.

2 ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA MREŽE NA PODRUČJU POGONA JAGODINA SA POSEBNIM AKCENTOM NA TS 110/20/10 kV „ Jagodina 3“.

Za potrebe analiza postojećeg stanja elektrodistributivne mreže na području Ogranka Jagodina (pogoni Jagodina) čiji su rezultati prikazani u studiji (1) je modelovana mreža 110 kV, 35 kV, 20 kV i 10 kV za trenutak maksimalnog opterećenja koje se imalo u zimskom periodu 2015/2016. godine. Povezivanjem tehničke i komercijalne baze podataka je definisana veza svakog kupca i njegove napojne TS 10/0.4 kV tako da je prostorna raspodela modelovanog opterećenja u potpunosti pratila realno stanje u mreži. Problemi koji su uočeni se prevashodno odnose na neekonomično opterećene elemente mreže, loše naponske prilike na krajevima srednjenaponskih izvoda i nemogućnost da se obezbedi sigurno napajanje za sve kupce u pojedinim havarijskim režimima mreže. Kriterijumi su bili postavljeni u skladu sa (2), (3) .

U pogonu Jagodina, konkretno u TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“, kao kritično opterećeni elementi su uočeni: tercijer tronamotajnog transformatora u TS 110/20/10 kV Jagodina 3 . Loše naponske prilike i visok procenat gubitaka aktivne snage je uočen na 10 kV izvodima Vodovod Ribare iz TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“.

KDS na 20 kV u industrijskoj zoni ("Vibak", Aunde, Visokogradnja, Fischer, Confezione Andrea,) nemaju mogućnost rezervnog napajanja. Da bi se delimično sanirali uočeni problemi, u studiji (1) dat je predlog za stvaranje uslova za prenapajanja postojećih KDS u slučaju ispada energetskog transformatora 110/20/10 kV u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ i dalekovoda DV 1227 „Jagodina 4 - Jagodina 3“.

U skladu sa činjenicom da su u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ na strani 20 kV već priključeni kupci u industrijskoj zoni na naponskom nivou 20 kV (korisnici DS) kao i da se TS 35/10 kV „Jagodina I“, napaja preko tercijera transformatora 110/20/10 kV, razmatrana je mogućnost prenapajanja postojećih kupaca el.energije i korisnika DS u slučaju ispada energetskog transformatora 110/20/10 kV u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ i dalekovoda DV 110 kV br.1227 „Jagodina 4 - Jagodina 3“.

Trafostanica TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ je u pogonu od 2013. godine sa ugrađenim jednim energetski transformatorom instalisane snage 31.5 kVA i koja je radikalno priključena na dalekovod br.1227 „Jagodina 3 - Jagodina 4“, gde je maksimalno godišnje opterećenje za 2020. godinu iznosilo 12 936 kW.

Za rešavanje ovog problema potrebno je obezbediti „n-1“ tj. priključenje trafostanice po „metodi ulaz-izlaz“ na DV 110 kV br.105/2 „Jagodina 4 - TE Morava“ uz ugradnju dva nova prekidača u DVP i jednog u TP.

Za najnepovoljniji slučaj ispada dalekovoda DV 110 kV br.1227 „Jagodina 4 - Jagodina 3“, kupci el.energije koji se napajaju preko tercijara (naponski nivo 10 kV) biće prenapojeni preko TS 35/10 kV „Jagodina I“ i TS 35/10 kV „Jagodina II“ dok bi korisnici DS koji su priključeni na 20 kV u TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ sa opterećenjem koje se kreće između 4 i 5 MW praktično bili bez napona. Ovde treba uzeti u obzir i buduće korisnike DS sa odobrenom vršnom snagom od 3550 kW.

Za drugi nepovoljan slučaj ispada postojećeg energetskog transformatora u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ instalisane snage 31.5 MVA kupci el.energije koji se napajau preko tercijara (naponski nivo 10 kV) biće prenapojeni preko TS 35/10 kV „Jagodina I“ i TS 35/10 kV „Jagodina II“ dok bi korisnici DS koji su priključeni na 20 kV u TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ sa opterećenjem koje se kreće između 4 i 5 MW praktično bili bez napona. Ovde treba uzeti u obzir i buduće korisnike DS sa odobrenom vršnom snagom od 3550 kW.

Zbog važnosti prenapajanje kupaca odnosno korisnika DS, bila bi potrebna nabavka i ugradnja novog energetskog transformatora 110/20/10 kV (ET br.2) u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ instalisane snage 31.5 MVA. Drugo rešenje koje bi bilo privremenog karaktera jeste nabavka energetskog transformatora 35/20 kV instalisane snage 8 MVA koji bi bio ugrađen u TS 35/10 kV „Jagodina I“ na mestu transformatora br.2 koji je van pogona.

Preko ovog transformatora uz izgradnju poveznog kablovskog voda 20 kV, stvorili bi se uslovi za prenapajanje sabirnica 20 kV u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ u slučaju ispada energetskog transformatora u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“. U ovom slučaju svi kupci el.energije i korisnici DS na konzumnom području predmetne trafostanice bili bi priključeni na DSEE.

3 DETALJNA RAZRADA VARIJANTE UGRADNJE ENERGETSKOG TRANSFORMATORA 35/21 KV INSTALISANE SNAGE 8 MVA

3.1 Opis postojećih trafostanica

TS 35/10 kV "Jagodina I" i TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ su izgrađene na kp 2542/6 K.O Jagodina, opština Jagodina. Transformatorske stanice imaju jedan saobraćajni priključak i ograđene su zajedničkom ogradom.

TS 35/10 kV "Jagodina I" se sastoji od pogonske zgrade i dva temelja energetskih transformatora u spoljnoj montaži. U pogonskoj zgradi su smeštena postrojenja 35 kV i 10 kV, kontrolna prostorija i prostorija AKU baterije. Postrojenje 35 kV je sa 6 klasičnih ćelija: 2 trafo, 3 dalekovodne i 1 merne ćelije, raspoređenih u dva reda, sa jednim sistemom neseccionisanih cevni sabirnica postavljenim između dva reda ćelija. Postrojenje 10 kV se sastoji od 12 klasičnih ćelija i to: 1 trafo, 1 trafo-merna, 9 izvodnih i 1 merne ćelije sa ćelijom kućnog transformatora, raspoređenih u dva reda sa jednim sistemom sabirnica podužno seccionisanih preko rastavljača.

U TS 35/10 kV "Jagodina I" u pogonu je jedan ET odnosa transformacije 35/10,5kV, snage 8 MVA, sprege Dyn5. ET je preko trafo polja N2 priključen na sabirnice 35 kV a preko trafo polja K12 na jednu sekciju sabirnica 10 kV.

Druga sekcija sabirnica 10 kV je preko trafo polja K11 priključena na tercijer energetskog transformatora 110/21/10,5 kV u TS 110/20/10 kV "Jagodina 3". Sekcije sabirnica 10 kV rade razdvojeno i blokirana je mogućnost paralelnog rada. Neutralna tačka mreže 35 kV je uzemljena preko niskoomskog otpornika 70W, 300A u nadređenoj TS 110/35 kV dok je neutralna tačka mreže 10 kV izolovana. Postrojenje sopstvene potrošnje čine: transformator za sopstvenu potrošnju 10/0,4kV snage 30 kVA za napon 3 h 400/230V 50Hz, automatski regulisani ispravljač i stacionarna akumulatorska baterija za napon 110V =, ormani razvoda i podrazvod naizmjeničnog i jednosmernog napona. Zaštita i upravljanje TS 35/10 kV "Jagodina I" su smešteni kontrolnoj prostoriji. Zaštita je statička i kompletirana u skladu sa TP-4 EPS-Direkcije za distribuciju.

Trafostanica je daljinski nadzirana i upravljana iz PDC Jagodina. TS 110/20/10 kV "Jagodina 3" se sastoji od postrojenja 110 kV i dva temelja energetskih transformatora u spoljnoj montaži i pogonske zgrade gde je smešteno postrojenja 20 kV, kontrolna prostorija, prostorija AKU baterije i pomoćne prostorije. Ispod postrojenja 20 kV je kablovska etaža. Postrojenje 110 kV je sa 5 klasičnih polja: 2 trafo i 3 dalekovodna sa jednim sistemom cevni sabirnica seccionisanih pomoću dva rastavljača. Postrojenje 20 kV se sastoji od 24 ćelije sa izvlačivim prekidačima i to: 2 trafo, 16 izvodnih, 2 zemljospojne (neopremljene zemljospojnim prekidačem), 2 merne ćelije sa ćelijom kućnog transformatora, 1 spojne i jednog dodatka spojke raspoređenih u jednom redu sa jednim sistemom sabirnica seccionisanih preko spojne ćelije.



Sl.1 Postrojenje 20 kV TS 110/20/10 kV/kV/kV Jagodina 3

U TS 110/20/10 kV "Jagodina 3" u pogonu je jedan ET odnosa transformacije 110/21/10,5 kV, snage 31,5/31,5/10,5 MVA, sprege YNyn0d5. ET je preko trafo polja E2 priključen na sabirnice 110 kV a preko trafo polja J19 na sabirnica 20 kV. Neutralna tačka mreže 110 kV je direktno uzemljena dok je neutralna tačka mreže 20 kV uzemljena preko niskoomskog otpornika 40W sa ograničavanjem struje zemljospoja na 300 A. Postrojenje sopstvene potrošnje čine: dva transformatora za sopstvenu potrošnju 20/0,4kV snage 100 kVA za napon 3 h 400/230V 50Hz, automatski regulisani ispravljač i stacionarna akumulatorska baterija za napon 110V =, inverter za neprekidni napon 220 V, 50 Hz, ormani razvoda i podrazvod naizmeničnog, jednosmernog i invertorskog napona.

U TS 110/20/10 kV "Jagodina 3" ugrađen je sistem mikroprocesorske integrisane zaštite i upravljanja. Ormani zaštite i upravljanja postrojenja 110 kV, stanični računar i daljinska stanica su smešteni u kontrolnoj prostoriji.

MPZU za zaštitu i upravljanje postrojenja 20 kV su smešteni u odeljcima za NN opremu odgovarajućih ćelija.

Trafostanica je daljinski nadzirana i upravljana iz PDC Jagodina i DDC Kraljevo.

3.2 Izvođenje radova

Predmet radova je ugradnja i povezivanje energetskog transformatora prenosnog odnosa 35/21 kV, snage 8 MVA za rezervno napajanje postrojenja 20 kV u TS 110/20/10 kV "Jagodina 3" iz TS 35/10 kV "Jagodina I".

3.2.1 Režim rada

Energetski transformator T3 prenosnog odnosa 35/21 kV će biti u pogonu u slučaju nestanka napona 110 kV ili u slučaju redovnih ili vanrednih radova na ET 110/21/10,5kV ili priključnim trafo poljima 110 kV i 20 kV, a za potrebe napajanje prioriternih kupaca na naponskom nivou 20 kV.

Kroz aktivnosti na redovnom održavanju obezbediti da ET T3 bude spreman za ulazak u pogon ako se za to ukaže potreba.

3.2.2. Energetski transformator , oprema za povezivanje i zaštitu od prenapona

Energetski transformator T3 karakteristika

Odnos transformacije: 35/21kV

Snaga transformacije: 8 MVA

Sprega transformatora: Yy0

Opseg regulacije $\pm 2 \times 2,5\%$,

Način hlađenja prirodnim strujanjem vazduha

je postavljen na temelj uz TS 35/10 kV "Jagodina I".



Sl.2 En.transformator 35/21 kV/kV 8 MVA sa položenim kablovima ka postrojenju 20 kV TS 110/20/10 „Jagodina 3“ i temeljima portala

ET preko trafo polja N1 u TS 35/10 kV "Jagodina I" priključiti na sabirnice 35 kV a preko trafo polja J5 u TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ na sabirnice 20 kV. Zadržava se postojeća elektroenergetska oprema u trafo ćelijama N1 i J5. U trafo ćeliji 35 kV N1 je smešten i strujni transformator za kazansku zaštitu ET.

- Predvideti nadzemni priključak primara ET, cevnim provodnicima do postojećih provodnih izolatora spolja-unutra na zidu pogonske zgrade TS 35/10 kV "Jagodina I".
- Proveriti redosleda faza priključaka ET i po potrebi izvršiti usaglašavanje sa postojećim redosledom faza u TS 35/10 kV "Jagodina I". Usaglašavanje izvršiti na priključku trafo ćelije N1 na sabirnice 35 kV.
- Predvideti preradu postojećeg ili izradu novog konzolnog nosača za prihvat provodnih veza i odvodnika prenapona na primarnoj strani.
- Predvideti kombinovani priključak sekundara ET, cevnim provodnicima i jednožilnim kablovima sa izolacijom od umreženog polietilena odgovarajućeg preseka.
- Kablove položiti delom u zemlju a delom u postojeću kablovsku kanalizaciju na lokaciji TS.
- Predvideti izradu betonskog temelja i nosača od toplocinkovanih čeličnih profila za prihvat provodnih veza, kablovskih glava i odvodnika prenapona na sekundarnoj strani.
- Za zaštitu ET od prenapona predvideti metaloksidne odvodnike prenapona karakteristika prema odredbama preporuke TP 4 EPS - Direkcija za distribuciju električne energije.

3.3 Uzemljenje neutralne tačke 20 kV

Za uzemljenje neutralne tačke 20 kV ET T3 predvideti ugradnju metalnog otpornika komplet sa odgovarajućim strujnim transformatorom i rastavljačem, u tipskom kontejneru.

Izbor opreme za uzemljenje neutralne tačke izvršiti saglasno TP-6 EPS –Direkcije za distribuciju.

Predvideti izradu betonskog temelja za montažu kontejnera sa opremom za uzemljenje neutralne tačke.

3.4 Sistem zaštite i upravljanja

Zadržava se postojeći sistem zaštite, lokalnog i daljinskog upravljanja u TS 35/10 kV "Jagodina I" i TS 110/20/10 kV "Jagodina 3"

Privremeno se raskidaju sekundarne veze između trafo ćelije J5 i ormara zaštite i upravljanja trafo polja E4 u TS 110/20/10 kV "Jagodina 3"

Predvideti sekundarne veze od ET T4 do ormara zaštite trafo polja 35 kV N1 (Buholc, kontakti termometar i kazanska zaštita).

Predvideti sekundarne veze između ormara ćelije 20 kV J5 i ormara zaštite trafo polja 35 kV N1 i to:

- komanda isključenja prekidača trafo polja 20kV delovanjem zaštite trafo polja 35kV
- komanda isključenja prekidača trafo polja 35kV delovanjem zaštite trafo polja 20kV

U ormanu trafo ćelije J5 na pripadajućem MPZU privremeno raskinuti veze na strujnom ulazu za nultu komponentu struje i na njega uvesti struje sa strujnog transformatora za zaštitu otpornika za uzemljenje zvezdišta.

U MPZU u trafo ćeliji J5 uvesti signale:

- položajna signalizacija rastavljača za uzemljenje neutralne tačke
- položajna signalizacije prekidača trafo polja 35kV N1 iz TS 35/10 kV "Jagodina I"

Sekundarne veze izvesti klasičnim kablovima sa strujno opteretivom oblogom tipa RR40 odgovarajućeg preseka. Rezervne žile uzemljiti na oba kraja.

Predvideti parametriranje MPZU u trafo ćeliji 20 kV J5 prema novim funkcijama zaštite i signalizacije.

Predvideti unos podataka i doctavanje šema na staničnom računaru u TS 110/20/10 kV "Jagodina 3" kao i u PDC Jagodina i DDC Kraljevo.

Predvideti doctavanje slepe šeme na ormanu zaštite trafo polja 35 kV N1

3.5 Uzemljenje

Po potrebi, predvideti izradu nedostajuće mreže horizontalnih uzemljivača i povezivanje na postojeći uzemljivač TS. Uzemljivač izvesti bakarnim užetom preseka prema postojećem stanju.

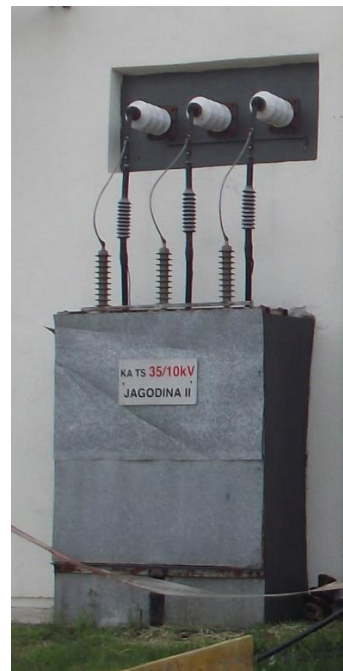
Predvideti povezivanje odvodnika prenapona i otpornika za uzemljenje zvezdišta na sistem uzemljenja.

Predvideti povezivanje svih metalnih masa aparata i noseće čelične konstrukcije aparata koji se ugrađuju a koji normalno nisu pod naponom na postojeći sistem uzemljenja TS.

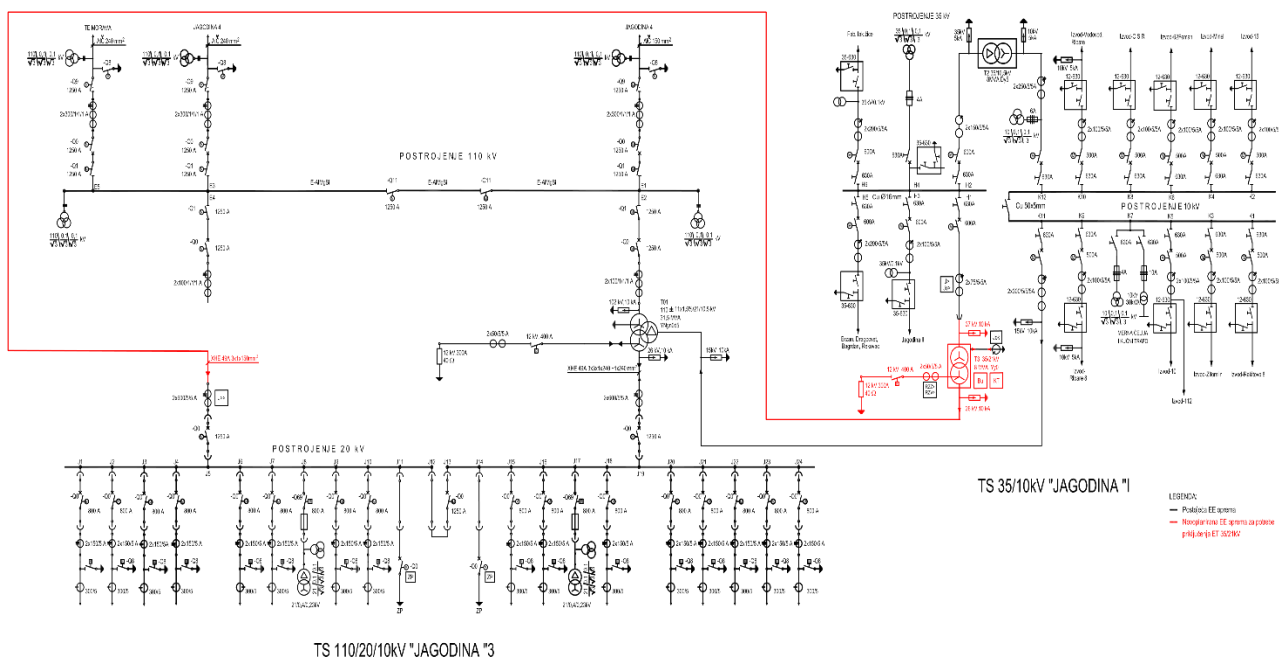
Predvideti merenje, radi kontrole međusobne povezanosti pojedinih elemenata sistema uzemljenja i kontinuiteta uzemljivača između pojedinih kontaktnih mesta i spojeva i izdavanje atesta o ispravnosti sistema uzemljenja od strane ovlašćenog preduzeća.



Sl.3 Veza tercijara sa TS 35/10 kV/kV Jagodina I
Jagodina II



Sl.4 Veza ka TS 35/10 kV/kV



Sl.5 Jednopolna šema TS 110/20/10 kV/kV Jagodina 3 i TS 35/10 Jagodina I nakon ugradnje transformatora 35/20 kV/kV

4 ZAKLJUČAK

Do trenutka ugradnja novog energetskog transformatora 110/20/10 kV (ET br.2) u trafostanici TS 110/20/10 kV „ Jagodina 3“ instalisane snage 31.5 MVA , rešenje privremenog karaktera jeste nabavka i ugradnja energetskog transformatora 35/20 kV instalisane snage 8 MVA. Transformator datih karakteristika je ugrađen u TS 35/10 kV „ Jagodina I“ na mestu transformatora br.2 koji je van pogona.

Preko ovog transformatora uz izgradnju poveznog kablovskog voda 20 kV , a koji je u ovom trenutku već položen , stvorili bi se uslovi za prenapajanje sabirnica 20 kV u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ u slučaju ispada energetskog transformatora u trafostanici TS 110/20/10 kV „Jagodina 3“ ili napojnog dalekovoda DV 110 kV br.1227 „ Jagodina 4 - Jagodina 3“ . U ovom slučaju svi korisnici DS na konzumnom području predmetne trafostanice bili bi priključeni na DSEE.

5 LITERATURA

- [1]"Elektrotehnički institut Nikola Tesla", Beograd , 2017, “Studija perspektivnog razvoja DEES na području ogranaka Čačak, Jagodina i Arandjelovac ”,
- [2]"Elektrodistribucija Srbije doo Beograd" 2017, “Pravila o radu distributivnog sistema električne energije ” kao i „Pravila o izmenama i dopunama Pravila o radu distributivnog sistema Elektrodistribucija Srbije doo Beograd“ iz 2019. i 2025.
- [3]EMS, 2011, “TU-DV-04: Uputstvo - Dozvoljene struje faznih provodnika na dalekovodima JP EMS ”, verzija 2.0