

Dejan Ćulibrk
HEP ODS Elektra Bjelovar
dejan.culibrk@hep.hr

Zvonimir Popović
HEP ODS Elektra Bjelovar
zvonimir.popovic@hep.hr

Josip Popović
HEP ODS Elektra Bjelovar
josip.popovic@hep.hr

Mirjana Padovan
Uprava za inspekcijske poslove u gospodarstvu
mirjana.padovan@mingo.hr

PRISTUP POVEĆANJU RASPOLOŽIVOSTI SREDNJENAPONSKE NADZEMNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE

SAŽETAK

U radu je opisan pristup povećanju raspoloživosti srednjenaponske nadzemne elektroenergetske mreže izgradnjom poveznog voda u zračnoj ili kabelskoj izvedbi, između dvaju dalekovoda kad to konfiguracija mreže i terena omogućava. Takvim se postupkom najčešće povezuju dva dalekovoda iz iste ili različite transformatorske stanice radi omogućavanja fleksibilnijeg upravljanja tokovima snage i energije, kod planiranih i neplaniranih radova i bržeg lokaliziranja kvarova, vodeći pri tome računa o opravdanosti i izvedivosti.

Ključne riječi: dalekovod, srednjenaponska nadzemna elektroenergetska mreža, podzemni kabel

AN EXAMPLE OF RADIAL OVERHEAD POWER LINE CONNECTION

SUMMARY

This paper presents one technically justified and possible approach for increasing availability of medium-voltage overhead power network, which results in the construction of interconnecting medium-voltage overhead lines or underground cables, regarding power network and terrain configuration. This procedure is useful for connection of two power lines of the same or another substation, in order to enable a more flexible management of power flows and energy during planned and unplanned operations, and also to shorten the time of fault finding.

Key words: overhead power line, medium-voltage overhead network, underground cable

1. UVOD

Povezni vod između dva srednjenaponska izvoda iz transformatorske stanice x/10(20) kV moguće je ostvariti izgradnjom novog zračnog dalekovoda sa izoliranim kabelom ili sa golim vodičima, te kao u što će biti navedeno u ovom slučaju, podzemno kabelski.

Razvojem srednjenaponske mreže povećavao se broj transformatorskih stanica x/10(20) kV i pripadnih vodnih polja 10(20) kV kao ishodišta nadzemnih dalekovoda. Ujedno se konfiguracija srednjenaponske elektroenergetske vanjske nadzemne mreže mijenjala i bila je praćena sve kraćim dužinama dalekovoda. Uspostavljanjem centra daljinskog upravljanja postepeno se daljinski uvodi upravljanje po dubini srednjenaponske 10 kV mreže. Umjesto starih ili dotrajalih rastavljača ugrađuju se učinski rastavljači s komorama za gašenje električnog luka. Na pogodna i posebno odabrana mjesta ugrađuju se daljinski upravljani učinski rastavljači i tako se proširuju mogućnosti centra daljinskog vođenja u upravljanju srednjenaponskom mrežom.

Iskustva s već izvedenim spojnim vodovima su zadovoljavajuća jer se povećavaju mogućnosti daljinskog upravljanja srednjenaponskom mrežom i to u većini slučajeva bez nepotrebne beznaponske pauze, a kod radova se isključuje samo najmanji i neophodni dio nadzemnog dalekovoda i pripadajućih distribucijskih transformatorskih stanica.

Predložena mjesta izgradnje spojnih dalekovoda su odabrana na onim mjestima gdje je njihova izgradnja moguća i dobro se uklapa u rasplet vanjske srednjenaponske nadzemne elektroenergetske mreže i može se koristiti kao podloga za planiranje daljnjeg razvoja.

2. POSTOJEĆE STANJE I PROBLEMATIKA

Srednjenaponski 10 kV nadzemni dalekovod Šimljanica iz transformatorske stanice 35/10 kV Ivanska je dugačak i razgranat prikazan na slici 1. Transformatorska stanica 35/10 kV Ivanska nema rezervno napajanje 35 kV naponom. Rezervno napajanje se ostvaruje na 10 kV naponskoj razini s dva 10 kV dalekovoda. U slučaju kvara na priključnom 35 kV vodu, SN mreža iz transformatorske stanice 35/10 kV Ivanska postaje jedan radijalno napajan 10 kV vod, što za posljedicu ima visok pad napona na rubnim distribucijskim transformatorskim stanicama 10/0,4 kV. Uz to i provođenje procesa prekapčanja posebno je zahtjevan pogonski problem.

Opisani problem pogona SN mreže iz TS 35/10 kV Ivanska planira se smanjiti kroz nekoliko mogućih aktivnosti:

- a) podjelom dalekovoda Šimljanica na dva, a u konačnici i na tri odvojena dalekovoda
- b) povezivanjem krajnje točke dalekovoda Šimljanica s krajnjom točkom dalekovoda Severin iz susjedne 35/10 kV transformatorske stanice Veliki Grđevac.

Iako to pogonsku problematiku ne rješava potpuno, ipak se dobiva niz novih mogućnosti u funkcioniranju tog dijela elektroenergetske mreže. Svi zahvati se izvode izgradnjom srednjenaponskih kabela tip XHE 49-A uz prometnice.

3. POVEZIVANJE DALEKOVODA IZ ISTE TRANSFORMATORSKE STANICE

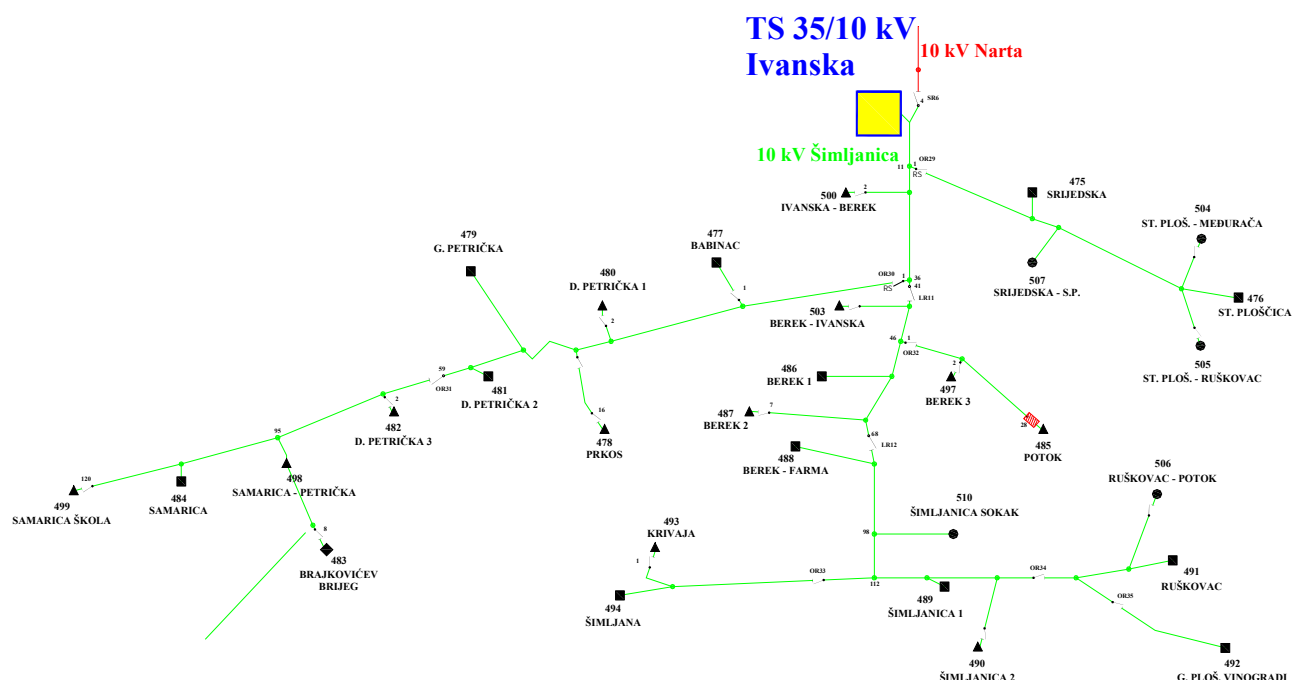
Rješenje većine pogonskih problema jednog dugačkog i razgranatog 10 kV dalekovoda bilo je u interpolaciji transformatorske stanice 35/10 kV na pogodnom mjestu tog dijela elektroenergetskog sustava. Izgradnjom transformatorske stanice 35/10 kV Ivanska i pripadajućeg 35 kV priključnog voda postojeći 10 kV zračni vod je podijeljen na tri kraća voda, od kojih su dva imala ishodište u novoj interpoliranoj 35/10 kV transformatorskoj stanici. Pogonski problemi kupaca čiji su uzroci bili povezani s čestim i dugotrajnim nestancima električne energije bitno su smanjeni.

Rasplet 10 kV mreže nakon izgradnje transformatorske stanice 35/10 kV Ivanska bio je iz nje s dva dalekovoda. To su bili 10 kV dalekovodi Narta i Šimljanica. Oni su zapravo nastali podjelom dotadašnjeg 10 kV dalekovoda Ivanska iz transformatorske stanice 35/10 kV Bjelovar 1 na tri nova dalekovoda. U transformatorskoj stanici 35/10 kV Ivanska bila su dva 10 kV vodna polja. Vodno polje Narta i pripadajući dalekovod napajali su dio potrošača od Ivanske prema Bjelovaru, a vodno polje i pripadajući mu dalekovod Šimljanica napajali su potrošače na zadnjoj trećini glavne trase dotadašnjeg dalekovoda.

3.1. Dalekovod Šimljanica

Dalekovod Šimljanica svoje ishodište ima u transformatorskoj stanici 35/10 kV Ivanska. Izgrađen je na drvenim stupovima i golim alučeličnim vodičima na keramičkim izolatorima. Magistralni vod i odcijepi u prvom dijelu dalekovoda Šimljanica izvedeni su s vodičima presjeka 35 mm², dok su priključci transformatorskih stanica izvedeni s vodičima presjeka 25 mm². Taj dalekovod zapravo je dio nekadašnjeg dugačkog i razgranatog dalekovoda koji je ishodište imao u transformatorskoj stanici 35/10 kV Bjelovar 1.

Cijelo područje i konzum koji opskrbljuje dalekovod Šimljanica je seosko i rijetko naseljeno bez većih kupaca, ali zato ima puno zahtjevnih kupaca osjetljivih na prekide u isporuci električne energije, poput pekara, inkubatora, tovilista, malih farmi, laktofriza, drvoprerađivača, metalne galanterije, škola, trgovina i ugostiteljskih objekata koji su izuzetno osjetljivi na nedostatak grijanja, hlađenja ili nedostatka pitke vode kao posljedicu nestanka električne energije.

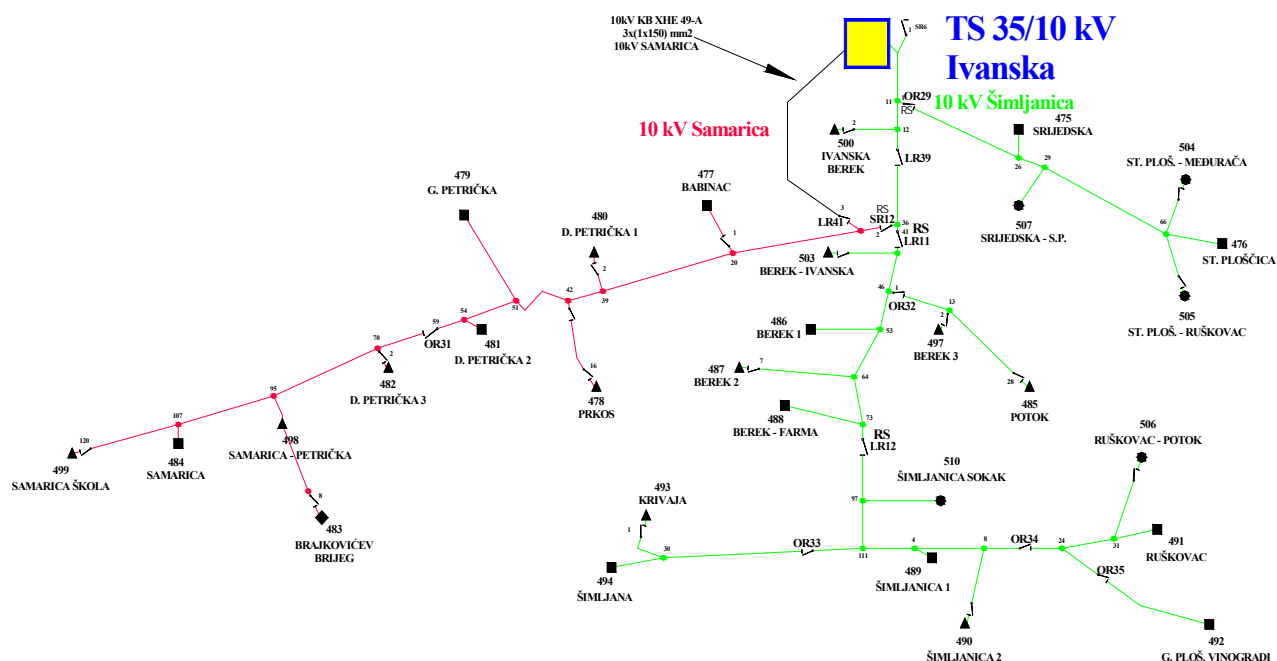


Slika 1. Dalekovod Šimljanica

Dalekovod Šimljanica razgranat je na brdskom i šumovitom području (slika 1) ukupne dužine 40.600 metara s dosta šumskih prosjeka pa je u doba većih snjegova ili obilnih kiša i blata mjestimično teško dostupan, što otežava i usporava brzu lokalizaciju i otklanjanje kvarova.

3.2. Dalekovod Samarica

Pogonski problemi postali su ključan razlog za proširenje i dogradnju 10 kV mreže i zato je opremljeno još jedno vodno polje, nazvano Samarica. Novi srednjenaponski izlaz je izveden je kabelom do odcjeka za Samaricu od dalekovoda Šimljanica. Kabelski vod je izveden jednožilnim kabelima položenima uz rub magistralne ceste.



Slika 2. Dalekovodi Samarica i Šimljanica

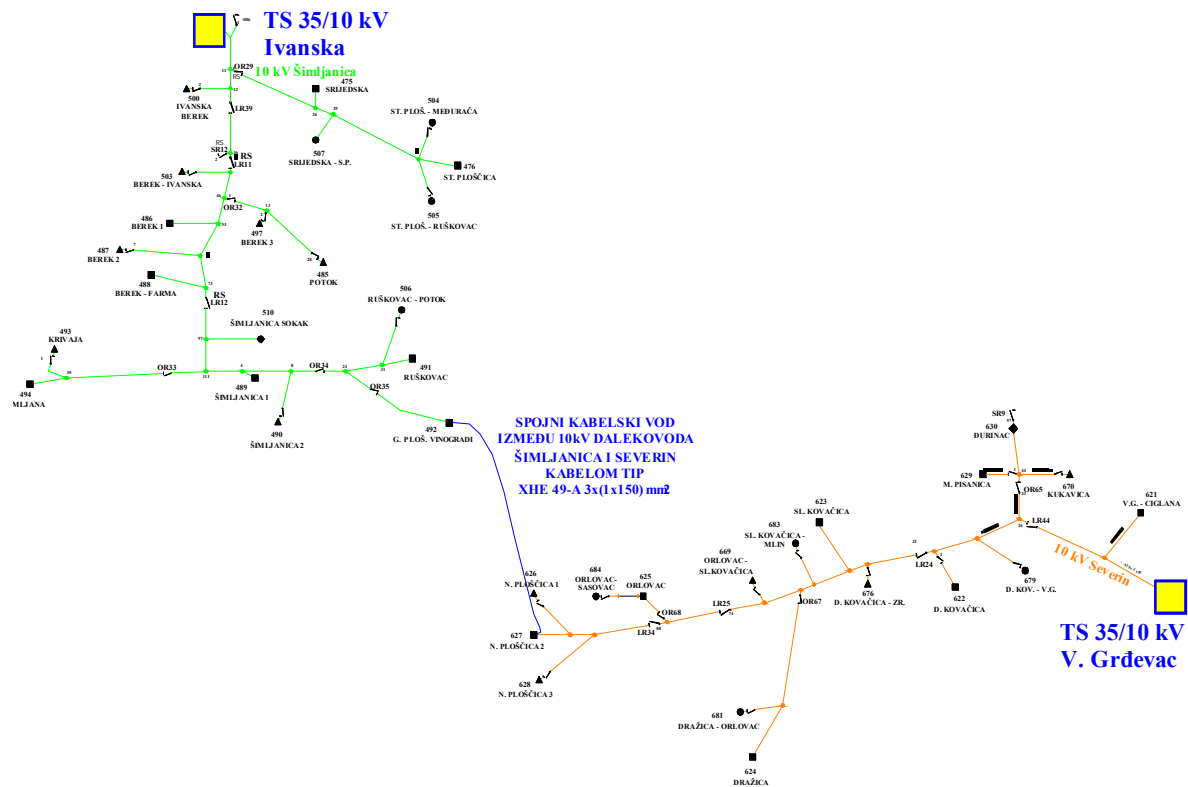
Ukupni konzum dalekovoda Šimljanica je tako podijeljen na dva dijela, kao što prikazuje slika 2., tako da je povećana pogonska sigurnost i fleksibilnosti u upravljanju tim dijelom 10 kV mreže i kupci se razdjeljuju na dva izlaza. Kabel postaje odmah i rezerva dalekovodu Šimljanica isto kao što je taj dalekovod rezerva za kabel i može se prespojiti sve kupce na njega. Kao što je uvriježeno po trasi polaganja kabela polaže se i PEHD cijev kao zalag za budući razvoj upravljačkih funkcija u elektroenergetskom sustavu.

4. POVEZIVANJE RADIJALNIH DALEKOVODA IZ RAZLIČITIH TRANSFORMATORSKIH STANICA

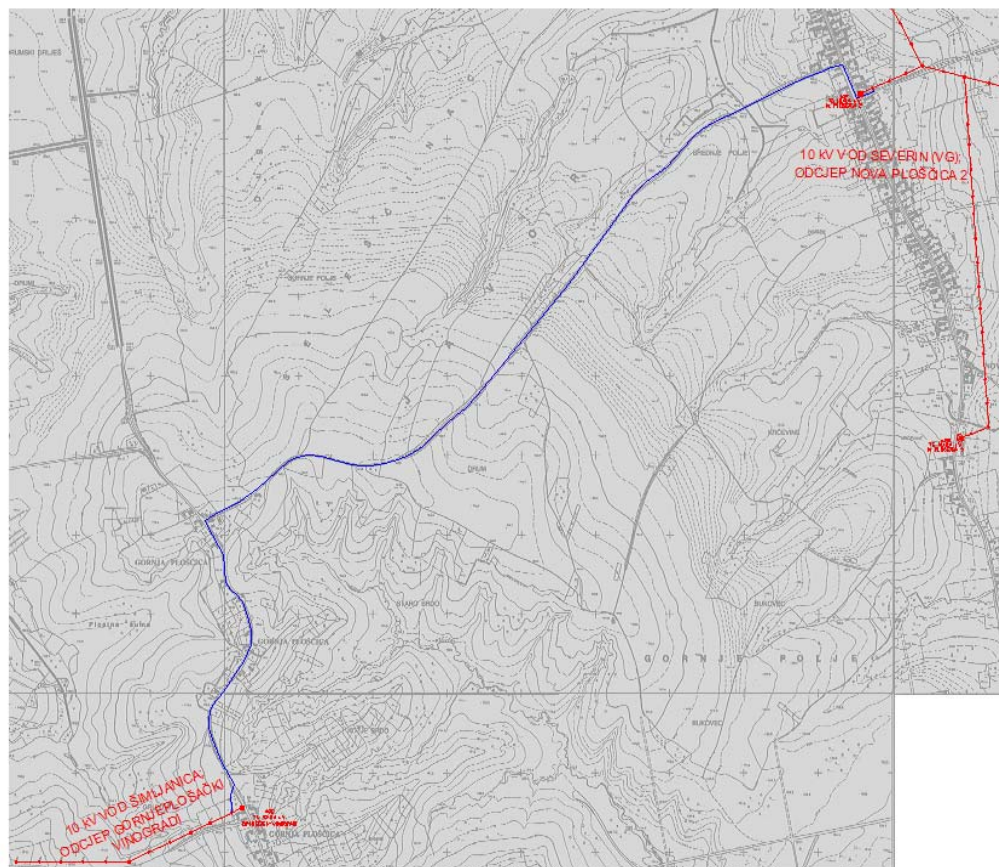
Primjeri pokazuju kako se može jedan dugački i razgranati dalekovod podijeliti na nekoliko dalekovoda koji su u jednom dijelu i međusobna rezerva. Tako se povećava sigurnost i redovitost opskrbe na području konzuma tih dalekovoda.

U isto vrijeme transformatorska stanica Ivanska još uvijek ima samo rezervu u postojećem 10 kV dalekovodu. Takvo stanje se može promijeniti izgradnjom 35 kV dalekovoda ili kabela prema nekoj drugo čvornoj 35 kV točki. Takva izvedba je postala manje vjerojatna zbog dugoročnog prijelaza na 20 kV naponsku razinu dosadašnje 10 kV elektroenergetske mreže.

Zbog osiguranja rezervnog napajanja u ovom slučaju je opravdanije izgraditi povezni vod u zračnoj ili kabelskoj izvedbi prema susjednom dalekovodu iz druge 35/10 kV transformatorske stanice. S obzirom na konfiguraciju terena i raspleta 10 kV dalekovoda tehnički je izvediva i pogonski opravdana izgradnja kabela za spoj jedne krajnje točke dalekovoda Šimljanica i isto tako krajnje točke dalekovoda Severin iz transformatorske stanice 35/10 kV Veliki Grđevac.



Slika 3. Spoj dvaju dalekovoda



Slika 4. Trasa Poveznog voda (kabelska izvedba)

Na slici 3. je prikazan spoj dvaju radijalnih dalekovoda iz različitih transformatorskih stanica. Osim što dalekovod Šimljanica i transformatorska stanica Ivanska dobivaju rezervu i dalekovod Severin dobiva rezervu. Nakon povezivanja dva radijalna dalekovoda iz različitih transformatorskih stanica pojavljuju se nove mogućnosti u upravljanju tog dijela elektroenergetske mreže. To sve olakšava i pogonska mogućnost da se pogonska sklopavanja izvode bez prekida napajanje jer su ispunjeni uvjeti za međusobni spoj mreža u zatvorenu petlju.

Na slici 4. je prikazana trasa spojnog kabela između dalekovoda Šimljanica i Severin. Trasa za polaganje kabela je odabrana uz postojeću prometnicu i prati ju cijelim putem.

Povezivanjem 10 kV dalekovoda Šimljanica sa 10 kV dalekovodom Severin otklonili smo problem stabilnog rezervnog napajanja 10 kV voda Šimljanica (pad napona na rubnim transformatorskim stanicama) jer je smanjena duljina samoga voda do najdaljih transformatorskih stanica.

Veća fleksibilnost u vođenju tog dijela mreže postigla bi se već ugradnjom daljinski vođenih učinkovitih rastavljača s obzirom udaljenost od sjedišta centra vođenja i smanjenja potrebnih ekipa na terenu. Pošto su se mjesta ugradnje linijskih i odcjepnih rastavljača već ranije pokazala ispravno odabranim dio postojećih rastavljača bilo bi opravdano zamijeniti daljinski upravljivim učinkovitim rastavljačima. Iz pogonskih događaja i iskustva u vođenju tog dijela mreže može se relativno brzo odrediti mjesta na kojima bi daljinski vođeni učinkoviti rastavljači bili najkorisniji.

5. ZAKLJUČAK

Planiranim ulaganjima u pojne transformatorske stanice x/10(20) kV i srednjenaponsku mrežu, kroz više razdoblja, postupno se dostiže optimalno stanje distribucijske mreže na određenom području. Svaka etapa u tom procesu pridonosi poboljšanju sigurnosti i kvalitete opskrbe kupaca tog područja.

Mogućnost povećanja pouzdanosti napajanja izgradnjom poveznog voda pokazana je na primjeru srednjenaponske mreže napajane iz transformatorske stanice 35/10 kV Ivanska, Daljnjim razvojem mreže, povećanjem udjela kabela mreže stvorili bi se još povoljniji pogonski uvjeti za kupce tog područja.

Izgradnjom novog spojnog kabela između susjednih dalekovoda dobiva se potpuno nova kvaliteta u upravljanju srednjenaponskom vanjskom mrežom i kvalitetnije napajanje krajnjeg korisnika, što može posebno puno značiti kod najave mogućih priključenja novih distribuiranih izvora električne energije, a radi optimalnog usmjeravanja tokova snage i energije.

Nastavkom ugradnje kabela i daljinski upravljivih učinkovitih rastavljača stvoriti će se uvjeti za prelazak na 20 kV naponski nivo i za trajno pogonsko stanje u kojem bi srednjenaponska elektroenergetska vanjska mreža bila spojena u petlju.

5. LITERATURA

- [1] D. Čulibrk, J. Popović, Z. Popović, „Kriteriji ugradnje daljinski upravljivih učinkovitih rastavljača u srednjenaponsku 10 kV nadzemnu mrežu“, 4. savjetovanje HO CIRED, Trogir/Seget Donji, 11.-14. svibnja 2014.
- [2] D. Čulibrk, J. Popović, Z. Popović, J. Gajger: "Potreba zamjene srednjenaponskih vodova u podzemne kabela", 3. savjetovanje HO CIRED, Sveti Martin na Muri, 13.-16. svibnja 2012.
- [3] J. Popović, Z. Popović: "Obnova srednjenaponske kabela mreže" HO CIRED i HRO CIGRE, Šibenik, 18.-21. svibnja 2008.
- [4] J. Popović, M. Totgergeli, Z. Popović, I. Nikolić, B. Đurović, D. Čulibrk, "Neke administracijske zanimljivosti i tehnički problemi pri polaganju kabela", HRO CIGRE, Cavtat, 8.-12. studenog 2009.
- [5] J. Popović, "Usklađivanje suprotstavljenih zahtjeva u raspletu dijela 10 kV mreže grada Bjelovara", CIGRE, Peti simpozij o elektrodistribucijskoj djelatnosti, Zadar, 25.-28. travnja 2004.
- [6] Z. Popović, J. Popović, I. Bujan, I. Nikolić: "Upravljanje po dubini srednjenaponske mreže u urbanoj sredini", 10. simpozij o sustavu vođenja EES-a, Opatija, 11. – 14. studenoga 2012.
- [7] J. Popović, Z. Popović, D. Čulibrk, J. Gaiger, I. Ilić, I. Nikolić: "Optimiranje dijela mreže", 3. savjetovanje HO CIRED, Sveti Martin na Muri, 13.-16. svibnja 2012.
- [8] H. Požar, "Visokonaponska rasklopna postrojenja", Tehnička knjiga Zagreb, 1973.
M. Ožegović, K. Ožegović, "Električne energetske mreže III", Split, 1997.