

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

Josip Popović
josip.popovic.bi@gmail.com

Igor Bujan
HEP ODS Elektra Bjelovar
igor.bujan@hep.hr

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

Štefan Ivičić
HEP ODS Elektra Bjelovar
stefan.ivicic@hep.hr

Mirjana Padovan
Državni inspektorat Republike Hrvatske
mirjana.padovan@dirh.hr

10G PERSPEKTIVA POVEZIVANJA RADIJALNIH NADZEMNIH VODOVA U KONTEKSTU SMANJENJA POKAZATELJA SAIFI I SAIDI

SAŽETAK

U radu su prikazana neka rješenja smanjenja neisporuke električne energije prilikom redovnih i vanrednih radova na nadzemnoj srednjenaponskoj distributivnoj mreži. S obzirom na konfiguraciju terena i distributivne mreže, te velik broj radijalnih nadzemnih vodova, ukazuje se na potrebu povećanja ulaganja u njihovo povezivanje. Više je načina povezivanja radijalnih vodova. Njihovim povezivanjem stvara se preduvjet za kvalitetnije upravljanje i smanjenje broja pogođenih kupaca prilikom nestanka električne energije uslijed kvara ili redovnog održavanja te smanjenje parametara SAIFI i SAIDI.

Ključne riječi: radijalni nadzemni vodovi, povezivanje, parametri SAIFI i SAIDI

CONNECTING RADIAL OVERHEAD LINES IN ORDER TO REDUCE SAFI AND SAIDI PARAMETERS IN 10 YEARS PERIOD

SUMMARY

This paper presents possible solutions for reducing power outages caused by planned and unplanned maintenance on overhead middle-voltage distribution network. Investment in connecting radial lines increases quality of power supply and functioning of distributive network. There are several solutions for connecting radial lines. By connecting radial lines, there are possibilities for better management and reduction of the number of affected customers during outages. Also, parameters SAFI and SAIDI can be significantly reduced.

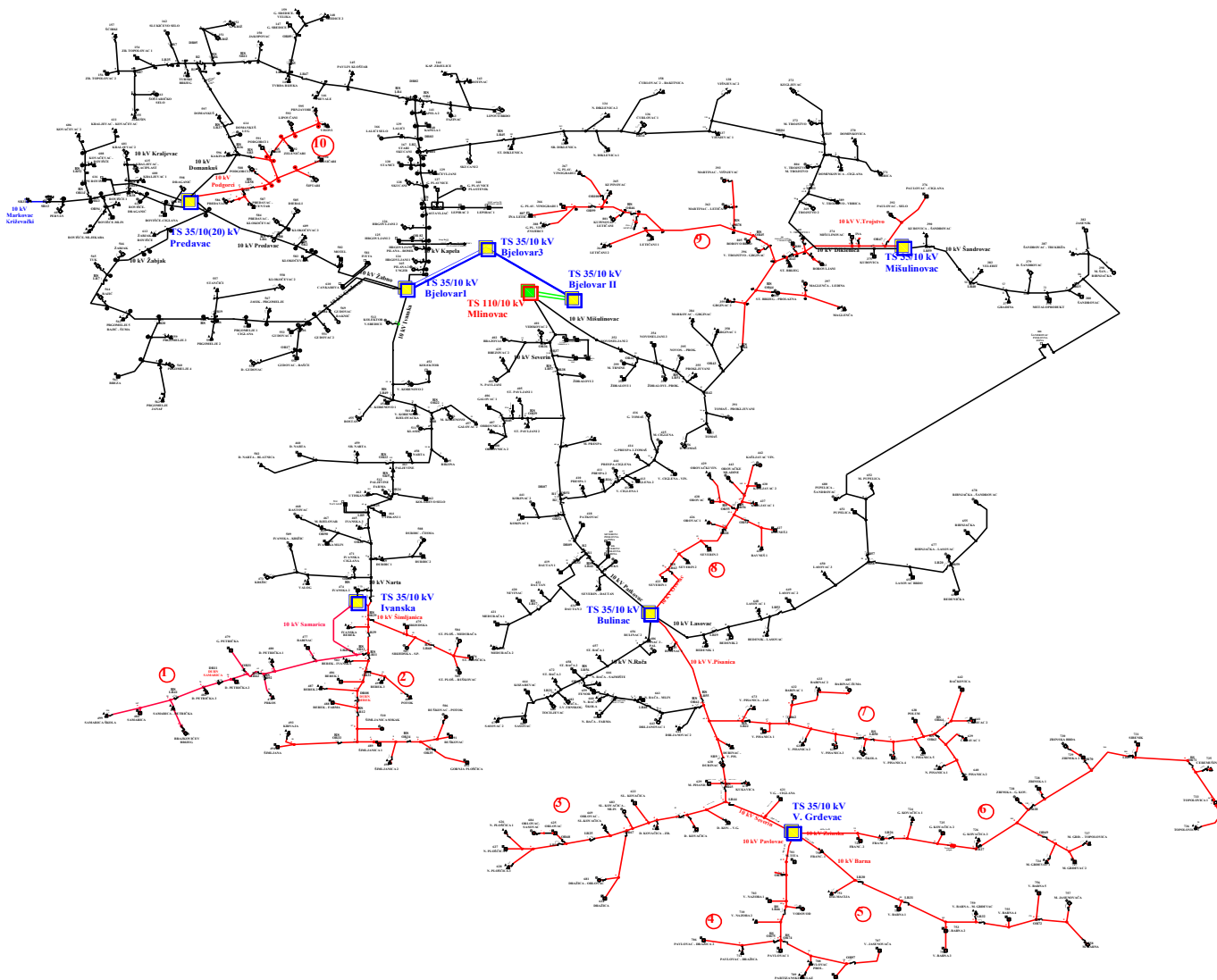
Key words: radial overhead network, connection lines, SAFI and SAIDI parameters

1. UVOD

Na području Sjedišta Elektre Bjelovar, raspored nadzemnih 10(20)kV vodova je takav da ih je gotovo pola radijalnih (40%). Problem kod takvih radijalnih nadzemnih vodova je kod redovnih radova, ali i kod kvarova. S obzirom na konfiguraciju terena, i ugrađene stupove (drvene i betonske), na predmetnim radijalnim nadzemnim vodovima, javljaju se sve više problemi kod njihovih isključenja, redovnih ili interventnih, i prilikom kvarova. S obzirom na sve veću kontrolu iskapčanja (to jest privremene obustave isporuke električne energije) od strane regulatorne agencije, potrebno je sagledati mogućnosti povezivanja predmetnih nadzemnih vodova, kako bih se dobila veća fleksibilnost upravljanja postrojenjem, te povećala sigurnost napajanja korisnika. Spajanja dvaju nadzemnih nadzemnih vodova tehnički je moguće izvesti na više načina. Moguće je izvesti izgradnjom novog nadzemnog voda sa izoliranim kabelom ili sa golim vodičima, te podzemno kabelski.

2. POSTOJEĆE STANJE I IZGLED SN NADZEMNE MREŽE

S obzirom na sadašnju konfiguraciju terena i nadzemnih vodova (Slika 1), njihovo održavanje je postalo gorući problem. Naime, predmetni nadzemni vodovi izgrađeni su betonskim i drvenim stupovima.



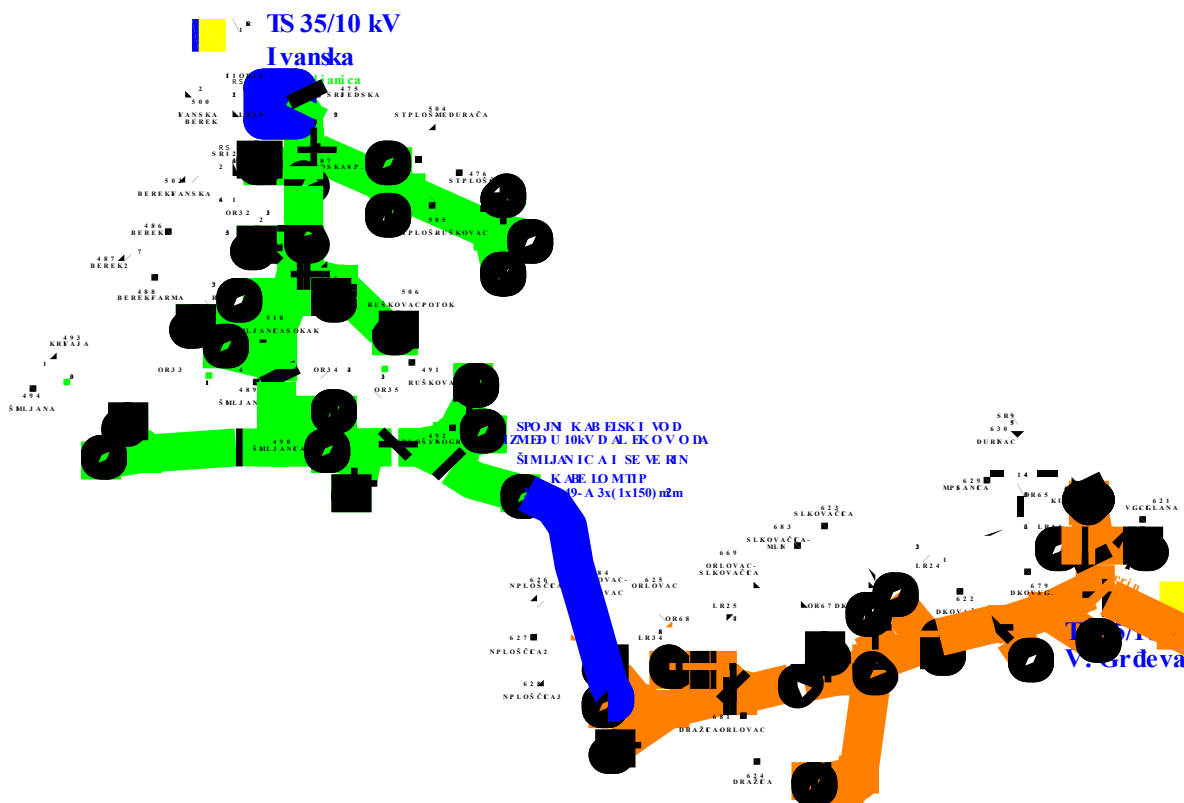
Slika 1: Izgled SN nadzemne sredjenaponske mreže (crveno radijalni vodovi)

Drveni stupovi se periodički mijenjaju (trajnost cca 20-ak godina), a prilikom njihove zamjene potrebno je iskopčati nadzemni vod. Uz zamjenu stupova i izolatora, ugrađuju se učinski rastavljači, daljinski učinkovite rastavne naprave (DURN), što isto iziskuje određeno vrijeme iskapčanja nadzemnog voda. Kod radijalnih vodova, kada se nadzemni vod iskapča, te ako se mijenjaju stupovi i oprema na glavnoj (magistralnoj) trasi tog nadzemnog voda, gotovo svi kupci na tom nadzemnom vodu ostaju bez napajanja električnom energijom. Isto tako, ako se na predmetnoj lokaciji dogodi kvar na nadzemnom vodu, svi kupci ostaju bez električne energije dok se kvar ne sanira.

Ukoliko se predmetni nadzemni vodovi povežu spojnim vodom smanjio bi se broj pogođenih kupaca bez električne energije. Iskustva s već izgrađenim 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 voda i pripadajućih distribucijskih transformatorskih stanica. Predložena mjesta izgradnje spojnih i poveznih nadzemnih vodova su odabrana na 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.

Spajanjem radijalnih vodova u takozvane prstene ili petlje, stvaraju se uvjeti ugradnje daljinski upravljivih naprava (prekidača) koji primjenom tehnologija naprednih mreža (eng. smartgrid) kao što su samoobnavljajuća mreža (eng. self healing grid), komunikacijom putem SCADA sustava vrlo brzo mogu lokalizirati kvar i izolirati mjesto kvara, pa je samim time minimalan broj kupaca pogođeno kvarom na nadzemnom vodu.

3. POVEZIVANJE RADIJALNIH NADZEMNIH VODOVA IZ RAZLIČITIH TRANSFORMATORSKIH STANICA

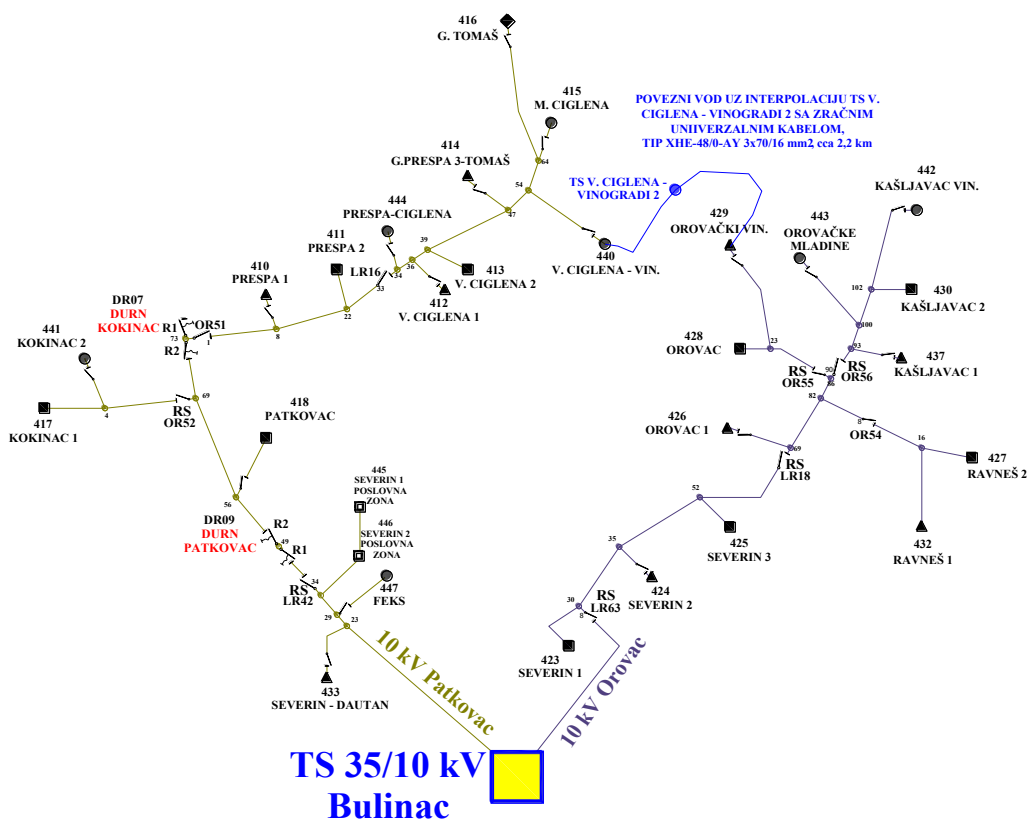


Slika 2. Spoj dvaju nadzemnih vodova iz različitih TS

Na slici 2. je prikazan spoj dvaju radijalnih nadzemnih vodova iz različitih transformatorskih stanica. Osim što nadzemni vod Šimljanica (DV br.2 Slika 1) i transformatorska stanica Ivanska dobivaju rezervu i nadzemni vod Severin (DV br.3 Slika 1) dobiva rezervu. Nakon povezivanja dva radijalna nadzemna voda iz različitih transformatorskih stanica pojavljuju se nove mogućnosti u upravljanju tog dijela elektroenergetske mreže.

To sve olakšava i pogonska mogućnost da se manevri izvode bez prekida napajanje jer su ispunjeni uvjeti za međusobni spoj mreža u zatvorenu petlju. Povezivanje predmetna dva nadzemna voda izvesti će se podzemnim kabelom (XHE 49-A 3X(1x150 mm²) u duljini od cca 4 km), jer je to bio najjednostavniji način povezivanja. Trasa za polaganje kabela je odabrana uz postojeću prometnicu i prati ju cijelim putem. Predmetni zahvat je u fazi izvođenja, završetak se očekuje do kraja 2020.g.

4. POVEZIVANJE RADIJALNIH NADZEMNIH VODOVA IZ ISTIH TRANSFORMATORSKIH STANICA

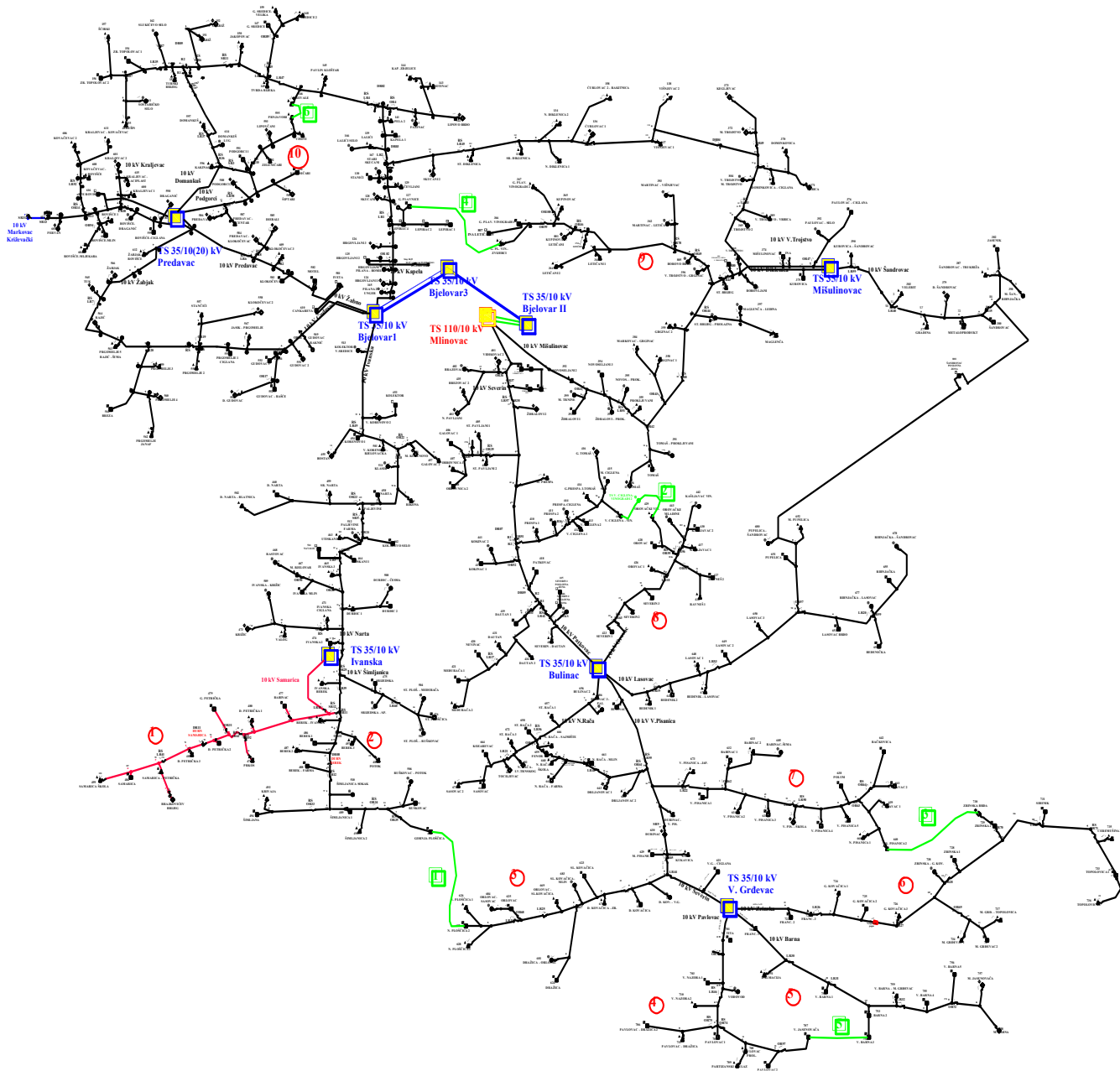


Slika 3. Spoj dvaju nadzemna voda iz istih TS

Na slici 3. je prikazan spoj dvaju radijalnih nadzemnih vodova iz istih transformatorskih stanica. Za povezivanje nadzemnog voda Orovac (DV br.8 Slika 1) i Patkovac izabran je nadzemni izolirani kabel (takozvani „Univerzalni“), tip XHE-48/0-AY 3x70/16 mm² trase cca 2,2 km. Za ovu varijantu spajanja radijalnog nadzemnog voda iskoristili su se koridori niskonaponske mreže te će se ujedno i interpolirati još jedna TS 10(20)/0,4kV.

Na dionicama postojeće niskonaponske mreže rekonstruirati će se postojeća niskonaponska mreža sa golim vodičima i uz niskonaponski izolirani kabel ugraditi će se i srednjenaponski kabel. Predmetni zahvat je u fazi projektiranja (glavni projekt), rok izvođenja je cca 2 god.

5. POVEZIVANJE NADZEMNIH VODOVA, ŠTO NAM DONOSI?



Slika 4: Izgled SN nadzemne sredjenaponske mreže (zeleno – spojni i povezni vodovi)

Izgradnjom samo 6 spojnih/poveznih (zeleno boja) vodova povezali bi u petlju gotovo sve radijalne vodove. Na slici 4. kronološki je poredan plan izgradnje spojnih i poveznih vodova u sadašnjem 10g planu. Njihova ukupna trasa iznosi cca 15-ak km (u prosjeku 2,5 km po petlji), što podzemnim kabelom (petlja 1, 5, 6), što nadzemnim (petlja 2, 3, 4).

Što nam to donosi? Samo za primjer, u tablici 1 prikazan je SAIDI (broj minuta kupaca bez električne energije) prilikom planiranih radova u zadnje 2 godine na 5 karakterističnih radijalnih nadzemnih vodova na kojima se vršilo redovno održavanje, kao što je već spomenuto u prijašnjem tekstu.

Tablica 1: Prikaz SAIDI-a (min) prilikom redovnih radova na 5 radijalnih nadzemnih vodova
Crvenom bojom su označeni brojevi nadzemnih vodova na slikama 1 i 4

SAIDI / GODINA	10kV DV (rbr. radijalnog DV-a u zagradi) - POSTOJEĆE STANJE					Σ SAIDI / GODINA	UKUPNI SAIDI / GODINA	POSTOTAK SAIDI U UKUPNOM UDJELU ZA DP / GODINA [%]
	ZRINSKA (6)	BARNA (5)	PAVLOVAC (4)	SEVERIN (3)	VELIKA PISANICA (7)			
2018.	39,664	8,102	8,759	5,126	20,171	81,822	290,35	28,18%
2019.	4,417	1,646	1,365	9,964	15,341	32,733	313,18	8,73%
Σ SAIDI / DALEKOVOD	44,081	9,748	10,124	15,09	35,512	114,555	603,53	18,98%

Iz tablice 1 vidljivo je da je na 5 predmetnih radijalnih nadzemna voda udio u ukupnom SAIDI-u skoro 20% od ukupnog iznosa planiranih radova. Ako se uzme u obzir činjenica da je na području cijele Elektre Bjelovar 54 nadzemna voda, od čega otpada 25 na području Sjedišta, onda je udio SAIDI-a planiranih radova od 19% u ukupnim planiranim radovima na predmetna 5 nadzemna voda značajna vrijednost.

Tablica 2: Prikaz SAIDI-a (min) prilikom redovnih radova na 5 radijalnih nadzemnih vodova, za primjer da su upetljani. Crvenom bojom su označeni brojevi nadzemnih vodova na slikama 1 i 4

SAIDI / GODINA	10kV DV (rbr. radijalnog DV-a u zagradi) - UPELJANO STANJE					Σ SAIDI / GODINA	UKUPNI SAIDI / GODINA	POSTOTAK SAIDI U UKUPNOM UDJELU ZA DP / GODINA [%]
	ZRINSKA (6)	BARNA (5)	PAVLOVAC (4)	SEVERIN (3)	VELIKA PISANICA (7)			
2018.	19,129	3,961	3,231	1,441	10,09	37,852	290,35	13,03%
2019.	0,516	0,776	0,292	4,854	2,348	8,786	313,18	2,80%
Σ SAIDI / DALEKOVOD	19,645	4,737	3,523	6,295	12,438	46,638	603,53	7,72%

Za usporedbu, u tablici 2 prikazano je koliko bi iznosio planirani SAIDI da su predmetni nadzemni vodovi bili upetljani. Vidljivo je da je vrijednost manja za više od 11% promatrajući predmetnih 5 nadzemnih vodova prilikom redovnog održavanja u zadnje 2 godine. Ako se promatra pojedinačno kroz zadnje dvije godine vidi se da se broj minuta po kupcu bez električne energije prepolovio!!! S obzirom da je SAIDI jedan od značajnijih ciljeva poslovanja pojedinog Distribucijskog područja, a da je srednja vrijednost planiranog SAIDI za cijeli HEP Operator Distribucijskog Sustava 167 min/kupac (2018.) i 143 min/kupac (2019.), smanjenje za 44 min/kupac (2018.), odnosno 24 min/kupac (2019.), da su postojeći nadzemni vodovi bili upetljani, pokazuje da bi se trebala posvetiti veća pozornost povezivanju radijalnih sredjenaponskih nadzemnih vodova. Gledajući na sadašnje stanje na tržištu, sa malim investicijskim održavanjem dobili bi veliki i značajan učinak na kvalitetu elektroenergetskog sustava.

6. ZAKLJUČAK

Za normalno funkcioniranje elektroenergetskog sustava, održavanje nadzemnih vodova mora se odvijati. Isto tako, željeli mi to ili ne, kvarova na nadzemnim vodovima će biti, zbog raznoraznih utjecaja. Kako živimo u svijetu gdje je električna energija neophodna, svaka obustava isporuke električne energije stvara svakom kupcu probleme. Da bi se takve stvari prevenirale, to jest smanjile na najmanju moguću mjeru, potrebno je povesti brigu o najmanjem broju kupaca pogođenih obustavom električne energije prilikom radova na nadzemnim vodovima. Gledajući ovu problematiku, radijalni vodovi su jedan od većih problema.

Ulaganje u ovakve spojne/povezne vodove, prema mišljenju autora donijelo bi veliki benefit, ne samo u smanjenju pokazatelja SAIFI i SAIDI, već bi se uvelike utjecalo na sigurnost nadzemnih vodova i cjelokupnog elektroenergetskog sustava. Postepenim planskim ulaganjem u elektroenergetsko postrojenje približava se planiranom i dostižnom cilju njegove optimizacije.

7. LITERATURA

- [1] D. Čulibrk, J. Popović, Z. Popović, M. Padovan: „Pristup povećanju raspoloživosti srednjenaponske nadzemne elektroenergetske mreže“, HO CIREC 2016., Osijek
- [2] D. Čulibrk, J. Popović, Z. Popović, „Kriteriji ugradnje daljinski upravljivih učinkovitih rastavljača u srednjenaponsku 10 kV nadzemnu mrežu“, 4. savjetovanje HO CIREC, Trogir/Seget Donji, 11.-14. svibnja 2014.
- [3] D. Čulibrk, J. Popović, Z. Popović, J. Gajger: "Potreba zamjene srednjenaponskih vodova u podzemne kabela", 3. savjetovanje HO CIREC, Sveti Martin na Muri, 13.-16. svibnja 2012.
- [4] J. Popović, Z. Popović: "Obnova srednjenaponske kabela mreže" HO CIREC i HRO CIGRE, Šibenik, 18.-21. svibnja 2008.
- [5] 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.
- [6] J. Popović, "Usklađivanje suprotstavljenih zahtjeva u raspletu dijela 10 kV mreže grada Bjelovara", CIGRE, Peti simpozij o elektrodistribucijskoj djelatnosti, Zadar, 25.-28. travnja 2004.
- [7] 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.
- [8] J. Popović, Z. Popović, D. Čulibrk, J. Gaiger, I. Iličić, I. Nikolić: "Optimiranje dijela mreže", 3. savjetovanje HO CIREC, Sveti Martin na Muri, 13.-16. svibnja 2012.
- [9] H. Požar, "Visokonaponska rasklopna postrojenja", Tehnička knjiga Zagreb, 1973.