

Marijan Topolovec, struč.spec.ing.el.  
HEP – Operator distribucijskog sustava  
[marijan.topolovec@hep.hr](mailto:marijan.topolovec@hep.hr)

Dora Mešić, mag.ing.el.  
HEP – Operator distribucijskog sustava  
[dora.mesic@hep.hr](mailto:dora.mesic@hep.hr)

## UTJECAJ KRATKOTRAJNIH PREKIDA NAPAJANJA NA POUZDANOST NAPAJANJA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

### SAŽETAK

Zakonskom i podzakonskom regulativom definirani su kratkotrajni i dugotrajni prekidi napajanja. Kratkotrajni prekid napajanja traje do uključivo tri minute, dok dugotrajni prekid napajanja traje dulje od tri minute. Pouzdanost napajanja, pak, mjeri se brojem i trajanjem dugotrajnih prekida napajanja.

Ovaj rad analizira povezanost kratkotrajnih i dugotrajnih prekida napajanja u SN mreži, uspoređuje njihov utjecaj na krajnje korisnike te daje uvid u kvalitetu opskrbe električnom energijom. Kao primjer je prikazana mikrolokacija u 20 kV mreži distribucijskog područja Elektre Zagreb na kojoj je vjerno prikazan utjecaj kratkotrajnih prekida na ukupnu pouzdanost napajanja.

**Ključne riječi:** pouzdanost napajanja, kratkotrajni prekid napajanja, dugotrajni prekid napajanja

## THE IMPACT OF SHORT- TERM POWER INTERRUPTIONS ON THE RELIABILITY OF ELECTRICITY SUPPLY

### SUMMARY

The legislation defines short and long-term power interruptions. A short-term power interruption lasts up to 3 minutes (inclusive) while a long-term interruption lasts over 3 minutes. Number of interruptions and duration of interruptions can describe reliability of electricity supply.

This article analyses the correlation between short and long-term power interruptions in a medium voltage network, compares their impact on the end users and provides insight into quality level of electricity supply. An example is the micro location in the 20 kV network of the distribution area Zagreb, which shows the impact of the short-term interruptions on the overall reliability of the electricity supply.

**Key words:** reliability of electricity supply, short-term interruption, long-term interruption

## 1. UVOD

Prekid napajanja podrazumijeva stanje pri kojemu je vrijednost napona na mjestu isporuke ili preuzimanja električne energije niža od 5% nazivnog napona u trajanju duljem od 1,5 sekunde, a može biti kratkotrajni u trajanju do uključivo 3 minute ili dugotrajni u trajanju preko 3 minute. [1]

Pouzdanost napajanja odnosi se na dostupnost električne energije za korisnike mreže, a mjeri se brojem i trajanjem dugotrajnih prekida napajanja, odnosno prekida napajanja u trajanju duljem od 3 minute. Pouzdanost napajanja je bolja što je broj dugotrajnih prekida napajanja manji i trajanje kraće.

Temeljem Uvjeta kvalitete opskrbe električnom energijom HEP ODS je dužan voditi elektroničku evidenciju o dugotrajnim prekidima napajanja koji su potrebni za izračun pokazatelja pouzdanosti napajanja. Ista se vodi pomoću aplikacije DISPO (DIStribucijska POuzdanost) koja omogućuje unos prekida napajanja trajanja duljeg od 3 minute od naponske razine 0,4 kV do 110 kV.

Opći pokazatelji pouzdanosti napajanja u distribucijskoj mreži su SAIDI, SAIFI i CAIDI. [2]

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) – prosječan broj dugotrajnih prekida napajanja svakog korisnika mreže.

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^K N_i}{N_{uk}}, \frac{\text{prekida}}{\text{korisniku}} \quad (1)$$

Gdje su:

$K$  – ukupan broj dugotrajnih prekida napajanja,

$N_i$  – broj korisnika mreže pogođenih  $i$ -tim dugotrajnim prekidom napajanja,

$N_{uk}$  – ukupan broj korisnika mreže.

SAIDI (System Average Interruption Duration Index) - prosječno trajanje dugotrajnih prekida napajanja svakog korisnika mreže.

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^K N_i \cdot T_i}{N_{uk}}, \frac{\text{min}}{\text{korisniku}} \quad (2)$$

Gdje je:

$T_i$  – trajanje  $i$ -tog dugotrajnog prekida napajanja, *min*.

CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) – prosječno trajanje dugotrajnih prekida napajanja po korisniku mreže.

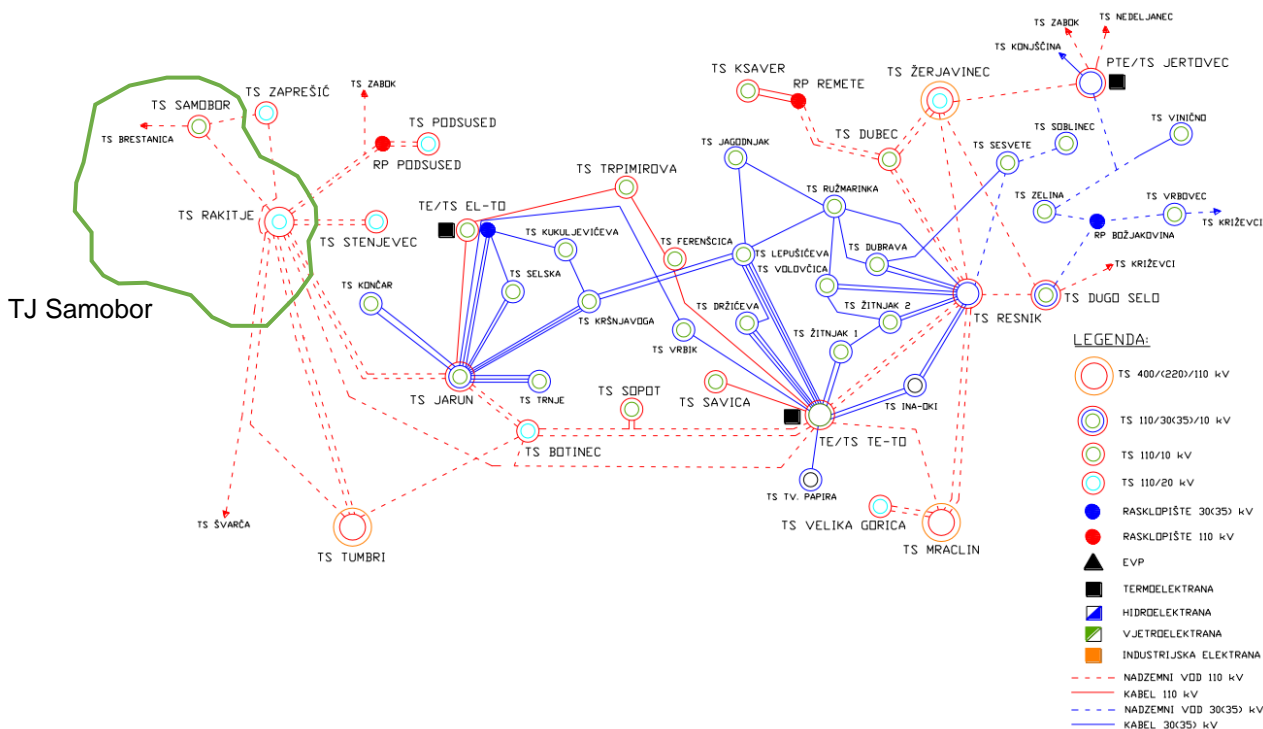
$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}, \frac{\text{min}}{\text{prekidu}} \quad (3)$$

Kratkotrajni prekidi napajanja složenog su karaktera i najčešće im se ne može utvrditi uzrok. Primjerice, vod se unutar 3 minute može uključiti, a da na njemu više nema kvara te se nastavlja s redovnim napajanjem mreže. Osim navedenog, mreža sa ispunjenim (N-1) kriterijem se unutar 3 minute može prespojiti na način da se korisnicima mreže osigura napajanje električnom energijom, a kvar izolira. U radu je prikazan utjecaj kratkotrajnih prekida napajanja na pouzdanost napajanja terenske jedinice Samobor unutar distribucijskog područja Zagreb.

## 2. TERENSKA JEDINICA SAMOBOR

Terenska jedinica Samobor pripada distribucijskom području Zagreb (zeleno označena na Slici 2.1), a ukupno napaja 27.111 korisnika mreže putem dvije 110/20 kV transformatorske stanice i 345 transformatorskih stanica 20/0,4 kV. Rasplet 20kV distributivne mreže značajno je drugačiji od onog u gradu Zagrebu zbog geografske raznolikosti terena, odnosno kombinacije urbanog i ruralnog područja terenske jedinice.

Aktivnosti na prelasku sa 10 kV na 20 kV naponsku razinu dovršene su 2016. godine. 20 kV distributivna mreža ima ukupno 272,73 km vodova kabelskog tipa i 96,62 km zračnog tipa. Kabelski vodovi većinom napajaju urbani dio grada Samobora i Svete Nedelje, dok se nadzemni vodovi prostiru po obroncima Samoborskog i Žumberačkog gorja. Rasplet 20kV mreže je velikim dijelom prstenast sa pretežno kabelskim vodovima (SN izvodi spojeni su u rasklopnom mjestu pri čemu predstavljaju rezervu jedan drugome) što je karakteristično za urbani dio terenske jedinice, a dijelom radijalan sa većinom nadzemnim vodovima (SN izvodi izlaze radijalno iz trafostanice i nisu međusobno povezani) što je karakteristično za ruralni dio terenske jedinice.

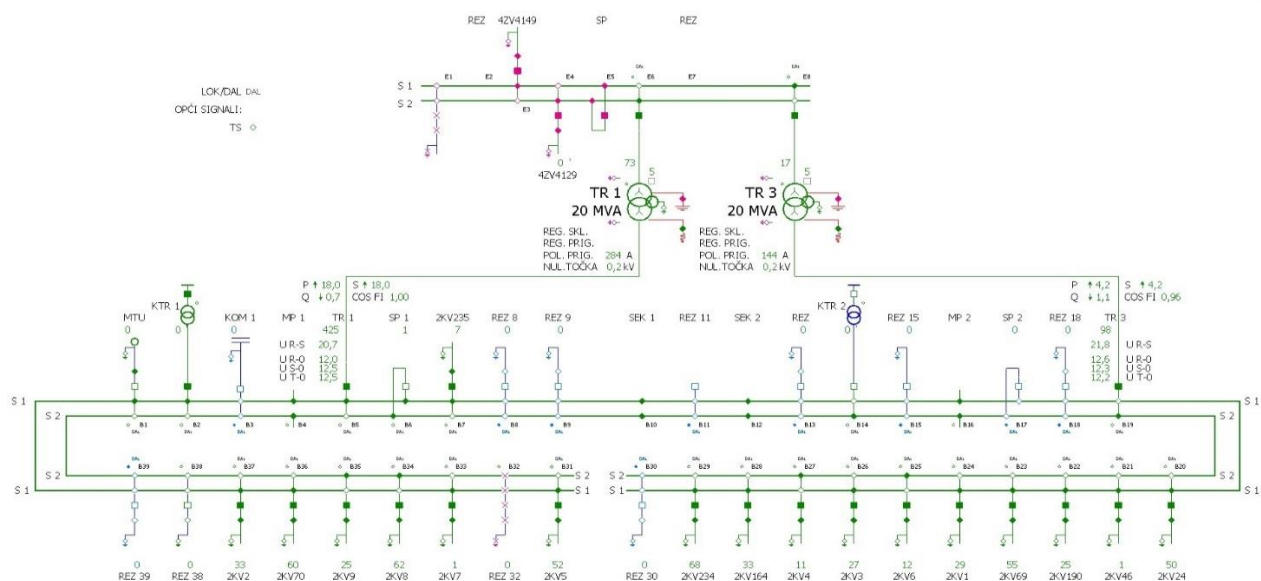


Slika 2.1 Shematski prikaz 110 kV i 30(35) kV mreže distribucijskog područja Zagreb [3]

Upravljanje SN mrežom područja terenske jedinice Samobor odvija se iz dva centra upravljanja u Zagrebu. Distribucijski dispečerski centar (DDC) Sjever upravlja 110/20 kV transformatorskim stanicama, a distribucijski upravljački centar (DUC) Zagreb upravlja 20 kV mrežom. Sklopne manipulacije na terenu obavljaju ovlaštteni radnici terenske jedinice Samobor na nalog dežurnog dispečera. Prekapčanje 20kV mreže u slučaju poremećaja, pronalazak točnog mjesta kvara te njegovo izoliranje provode zajedno dežurni dispečer DUC-a Zagreb i pogonska operativa terenske jedinice Samobor.

Transformatorska stanica 110/20 kV Samobor raspolaže sa dva energetska transformatora instalirane snage 20 MVA svaki, te 17 vodnih polja 20 kV oklopljene izvedbe, zrakom izolirane. Energetski transformatori T1 i T3 smješteni su vani, ispred objekta transformatorske stanice. 20kV sabirnice podijeljene su na dva sistema S1 i S2 međusobno povezana spojnim poljem. Svaku od sabirnica na sredini je moguće razdvojiti uzdužnim rastavljačem. Napajanje trafostanice na 110kV strani izvedeno je dvostruko, sa dvije pojne točke. Dva 110kV zračna voda napajaju 110kV sabirnice u TS 110/20 kV Samobor iz TS 110/20 kV Rakitje i TS 110/20 kV Zaprešić. Uzemljenje zvjezdišta sekundara energetskih transformatora izvedeno je pomoću Petersenove prigušnice. Prigušnica L1 (TR1) tipa je 5.0 ASR, dok je prigušnica L3 (TR3) tipa 3.2. ASR. Slika 2.2 prikazuje shematski prikaz TS 110/20 kV Samobor.

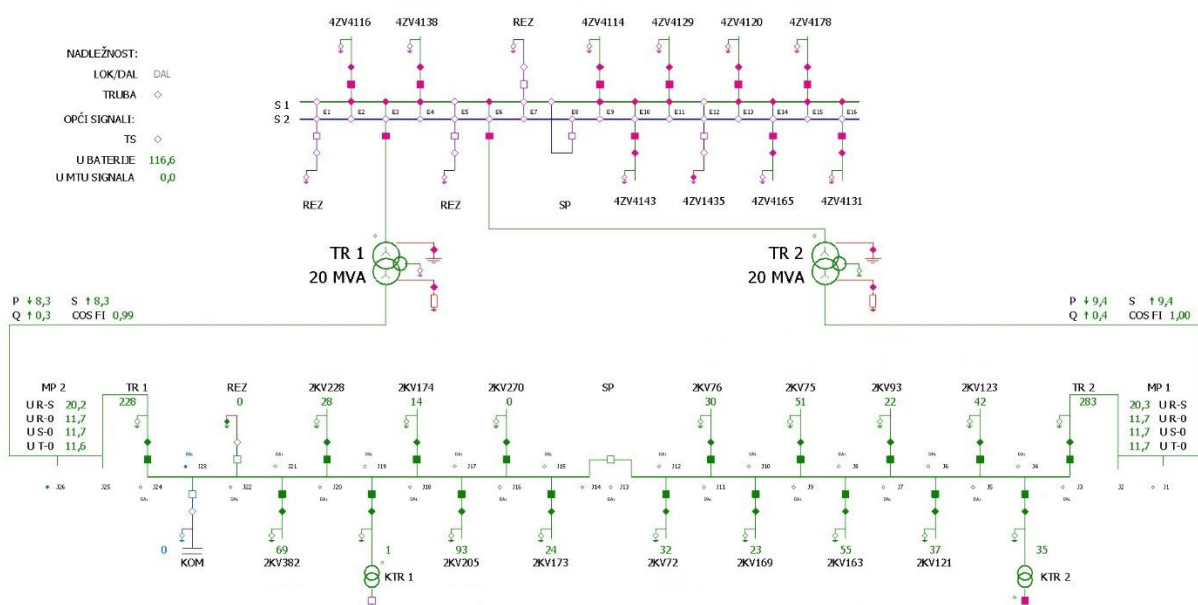
### 4TS102 SAMOBOR 110/20 kV



Slika 2.2 Shematski prikaz TS 110/20 kV Samobor

Transformatorska stanica 110/20 kV Rakitje također raspolaže sa dva energetska transformatora instalirane snage 20 MVA svaki i 14 vodnih polja 20 kV metalom oklopljenih i plinom SF6 izoliranih. Energetski transformatori T1 i T2 smješteni su vani, ispred transformatorske stanice. 20 kV sabirnica je jednostruka, sa spojnim poljem na sredini. Trafostanica je na 110 kV naponskom nivou važno rasklopište prijenosne mreže te ima zračnu 110kV vezu sa: TS 400/110 kV Tumbri, TS 110/30/20 kV Jarun, TS 110/20 kV Stenjevec, TS 110/20 kV Podsused, TS 110/20 kV Samobor i TS 110/35/10 kV Švarča. Uzemljenje zvjezdista sekundara energetskih transformatora izvedeno je pomoću malih otpornika, nazivne vrijednosti 300 A, 40 Ω svaki. Slika 2.3 prikazuje shematski prikaz TS 110/20 kV Rakitje.

### 4TS27 RAKITJE 110/20 kV



Slika 2.3 Shematski prikaz TS 110/20 kV Rakitje

Vršno opterećenje TS 110/20 kV Samobor u 2019. godini iznosilo je 24,77 MW, a TS 110/20 kV Rakitje 20,83 MW.

### 3. PREGLED POUZDANOSTI NAPAJANJA U 2019. GODINI

Pokazatelji pouzdanosti napajanja u 2019. godini uključujući planirane i neplanirane prekide za DP Zagreb i TJ Samobor prikazani su u Tablici 1 i grafički na Grafikonu 3.1.

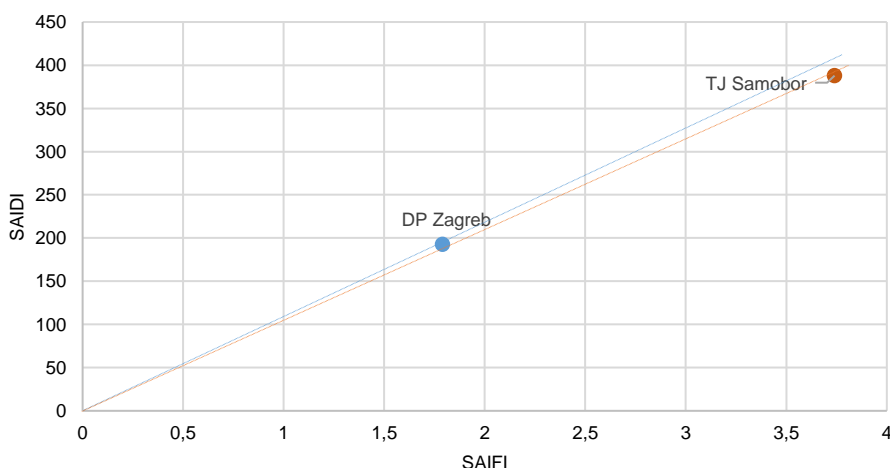
Tablica 1 Pregled pouzdanosti napajanja za DP Zagreb i TJ Samobor u 2019. godini

PODRUČJE	SAIFI	SAIDI	CAIDI
DP Zagreb	1,79	192,71	107,57
TJ Samobor	3,74	387,95	103,70

Iz Tablice 1 vidljivo je da je prosječan broj i prosječno trajanje dugotrajnih prekida svakog korisnika mreže veće za terensku jedinicu Samobor u odnosu na distribucijsko područje Zagreb. Razlog tome je prvenstveno geografski zahtjevniji teren, ruralno područje te veći broj zračnih vodova 20 kV mreže. Navedeni čimbenici utječu na učestalije prekide napajanja, dok na dulje trajanja prekida napajanja utječe nedostatak N-1 kriterija te manja mogućnost daljinskog upravljanja po dubini mreže. Također, nepristupačan i šumovit teren dodatno utječu na trajanje prekida napajanja.

Grafikon 3.1 prikazuje tzv. trokut pouzdanosti napajanja. Na x osi prikazan je parametar SAIFI, dok je na y osi prikazan parametar SAIDI. S obzirom na manje vrijednosti parametara SAIDI i SAIFI distribucijskog područja Zagreb se u odnosu na TJ Samobor na grafikonu nalazi bliže ishodištu koordinatnog sustava. Kut koji pravci koji izlaze iz ishodišta zatvaraju s osi x prikazuje povezanost sa parametrom CAIDI. S obzirom na to da terenska jedinica Samobor ima manji kut pravca od distribucijskog područja Zagreb, može se zaključiti da ima manju vrijednost parametra CAIDI što se može povezati s vrijednostima iz Tablice 1.

Grafikon 3.1 Prikaz pouzdanosti napajanja za DP Zagreb i TJ Samobor u 2019. godini



### 4. KRATKOTRAJNI PREKIDI NAPAJANJA U 2019. GODINI

Pregledom pogonskih događaja SCADA sustava u 2019. godini ispunjene su tablice s popisom kratkotrajnih prekida napajanja u TS 110/20 kV Samobor i TS 110/20 kV Rakitje. Tokom 2019. zabilježeno je ukupno 498 dugotrajnih prekida napajanja, od čega 66 neplaniranih. Kratkotrajnih prekida napajanja na 20 kV naponskoj razini bilo je ukupno 50 što je vidljivo iz tablica koje slijede. Prema učestalosti, u TS 110/20 kV Samobor bilo je prosječno 1,5 kratkotrajnih ispada mjesečno i 2,66 kratkotrajnih ispada mjesečno u TS 110/20 kV Rakitje.

Iako se promatrane TS nalaze u istoj terenskoj jedinici, TS imaju bitno različit rasplet 20 kV mreže zbog čega su u nastavku prikazane zasebno.

#### 4.1. TS 110/20 kV Samobor

Tablica 2 prikazuje popis kratkotrajnih prekida napajanja u TS 110/20 kV Samobor u 2019. godini. U stupcu Zaštita u Tablici koriste se oznake: I3 – kratkospojna zaštita te JKS – zaštita od jednopolnog kratkog spoja. 20 kV omrežje trafostanice TS 110/20 kV Samobor jednim dijelom pokriva ruralni dio Samoborskog i Žumberačkog gorja sa velikim udjelom zračnog voda po šumskim i brdovitim predjelima te radialnim odcjepima po naseljima. Drugi dio omrežja pokriva urbani dio samog grada Samobora i okolnih naselja, sa pretežito kablskom prstenastom mrežom. Dio kablskih 20 kV vodova

povezano je u omrežje TS 110/20kV Rakitje. Većina kratkotrajnih prekida dogodila se u kasnim večernjim, ili ranim jutarnjim satima, te za grmljavinskog nevremena. Samoizvale stabala imaju veliki utjecaj na broj prekida voda zračnog tipa, zimi zbog snijega na granama, a ljeti zbog kišnih oluja praćenih jakim vjetrom. U TJ Samobor uklopno stanje 20 kV mreže se ne mijenja bitno tokom godine, što se može vidjeti i u popisu pogođenih 20/0,4kV TS. S obzirom na to da se radi o mreži 20 kV napona, bez veće industrije, opterećenja pojedinih vodova i trafostanica su u usporedbi zagrebačkim relativno mala. Pogođena vodna polja napajaju pretežno kućanstva.

Tablica 2 Popis kratkotrajnih prekida napajanja u TS 110/20 kV Samobor u 2019. godini

R.br.	Datum	Vod	Struja (A)	Zaštita	Br. Pogođenih TS 20/0,4kV	Br. Pogođenih korisnika mreže	Trajanje prekida (min)	Duljina voda (m)	Zračni vod (m)	Kableski vod (m)
1	28.02.	2KV4	13	I3	13	914	1	20.218	16.658	3.560
2	10.03.	2KV6	20	I3	27	1.381	2	27.758	19.218	8.540
3	20.03.	2KV6	9	JKS	3	88	1	6.459	3.378	3.089
4	05.04.	2KV8	30	JKS	19	852	2	18.808	2.300	16.508
5	12.05.	2KV4	10	I3	13	914	3	20.218	16.658	3.560
6	18.05.	2KV8	33	I3	31	1766	1	28.276	3.200	25.076
7	16.06.	2KV4	11	I3	13	914	1	20.218	16.658	3.560
8	16.06.	2KV4	11	I3	13	914	1	20.218	16.658	3.560
9	16.06.	2KV4	9	I3	13	914	2	20.218	16.658	3.560
10	31.07.	2KV9	20	I2	31	977	1	53.184	33.939	19.245
11	22.08.	2KV9	26	I3	32	1.050	3	53.764	34.463	19.301
12	26.08.	2KV3	29	I3	7	731	2	6.172	280	5.892
13	09.09.	2KV69	30	JKS	12	1.898	1	5.080	0	5.080
14	03.11.	2KV9	25	I3	34	1.161	1	54.256	34.752	19.504
15	16.11.	2KV4	9	I3	13	914	2	20.218	16.658	3.560
16	16.11.	2KV4	10	I3	13	914	2	20.218	16.658	3.560
17	13.12.	2KV4	16	I3	13	914	1	20.218	16.658	3.560
18	13.12.	2KV6	16	I3	24	1.577	1	23.442	18.623	4.819

Ukupan broj kratkotrajnih prekida napajanja po vodovima u TS 110/20 kV Samobor u 2019. godini je prikazan u Tablici 3. Primjetno je da je vod 2KV4 pogođen najvećim brojem kratkotrajnih prekida napajanja u omrežju TS 110/20 kV Samobor. Vod je ukupne duljine 20.218 metara, od čega 16.658 metara izvedeno kao zračna dionica. Trasa voda proteže se duž Samoborskog gorja velikom većinom šumskim predjelom. Na trasi 2KV4 gotovo 85% transformatorskih stanica 20/0,4kV je stupne izvedbe (tip STS-B i STS-ČR) na betonskim ili čelično-rešetkastim stupovima. Dio stupova 20 kV promatrane mreže su još uvijek drvene izvedbe. Svaka TS 20/0,4 kV na trasi 2KV4 napaja prosječno 70 korisnika mreže što govori o pokrivenosti malog broja korisnika mreže na velikoj geografskoj površini s malim opterećenjem. Uklopno stanje voda 2KV4 tokom godine je većinom nepromijenjeno te je upravo taj vod vremenski najdulje napajao 16.658 metara istog zračnog voda. Radi što bržeg i jednostavnijeg prekapčanja u slučaju kvara i izoliranja kvarne dionice ovakvo uklopno stanje pokazalo se optimalnim i smatra se redovnim.

Vodovi 2KV6 i 2KV9 se međusobno spajaju u mreži te im se često mijenja uklopno stanje pa pogođene dionice vodova ne predstavljaju njihovo redovno uklopno stanje, već privremeno stanje u mreži uzrokovano redovnim i izvanrednim radovima te prekapčanjima u svrhu postizanja što optimalnijeg pogonskog stanja. Izvodi s većim brojem kratkotrajnih prekida napajanja su ukupne duljine preko 20 km i velikog udjela zračnih dionica što je vidljivo u Tablici 2.

Tablica 3 Broj kratkotrajnih prekida napajanja po vodovima u TS 110/20 kV Samobor u 2019.

Vod	Broj prekida
2KV4	8
2KV6	3
2KV9	3
2KV8	2
2KV69	1
2KV3	1
Ukupno	18

#### 4.2. TS 110/20 kV Rakitje

TS 110/20 kV Rakitje ima pretežno kablisku 20 kV mrežu, u velikom dijelu prstenastog tipa, iako vodovi imaju mali udio radijalnih odcjepa i nadzemnog voda. Većina kratkotrajnih prekida je također nastala u kasnim večernjim ili ranim jutarnjim satima te tijekom grmljavinskog nevremena. Povećani broj kišnih oluja praćenih jakim vjetrom u promatranom razdoblju utjecala su na učestalost prekida napajanja. Uklopna stanja distribucijske mreže se nastoje držati nepromijenjena za vrijeme redovnog pogona. Kvarovima pogođena vodna polja 20 kV iz trafostanice Rakitje imaju veća opterećenja od istih u trafostanici TS 110/20kV Samobor zbog prisutnosti male i srednje industrije na tom području. Tablica 4

prikazuje popis kratkotrajnih prekida napajanja u 2019. godini. U stupcu Zaštita u Tablici koriste se oznake: I3 – kratkospojna zaštita te JKS – zaštita od jednopolnog kratkog spoja.

Tablica 4 Popis kratkotrajnih prekida napajanja u TS 110/20 kV Rakitje u 2019. Godini

R.br.	Datum	Vod	Struja (A)	Zaštita	Br. Pogođenih TS 20/0,4kV	Br. Pogođenih korisnika mreže	Trajanje prekida (min)	Duljina voda (m)	Zračni vod (m)	Kabelski vod (m)
1	22.01.	2KV121	32	I3	12	692	1	14.075	1.930	12.145
2	04.02.	2KV123	41	I2	7	180	3	8.789	0	8.789
3	22.04.	2KV121	18	JKS	12	692	1	14.075	1.930	12.145
4	23.04.	2KV123	15	I3	7	180	2	8.789	0	8.789
5	12.05.	2KV121	20	JKS	12	692	3	14.075	1.930	12.145
6	13.05.	2KV121	28	I3	12	692	3	14.075	1.930	12.145
7	28.05.	2KV75	57	JKS	27	2.252	3	19.817	1.107	18.710
8	05.06.	2KV173	11	JKS	7	137	3	6.768	2.260	4.508
9	05.06.	2KV382	39	I3	25	1.952	1	38.307	7.581	30.726
10	08.06.	2KV75	50	JKS	27	2.252	2	19.817	1.107	18.710
11	10.06.	2KV75	59	JKS	27	2.252	2	19.817	1.107	18.710
12	16.06.	2KV382	42	I3	24	2.210	1	37.087	7.581	29.506
13	16.06.	2KV121	17	I3	11	696	1	13.645	1.930	11.715
14	16.06.	2KV121	18	I3	11	696	1	13.645	1.930	11.715
15	16.06.	2KV121	19	I3	11	696	1	13.645	1.930	11.715
16	29.06.	2KV72	25	JKS	8	86	1	5.276	0	5.276
17	30.06.	2KV72	27	JKS	8	86	1	5.276	0	5.276
18	18.07.	2KV75	42	I3	25	2.047	2	18.587	1.107	17.480
19	19.07.	2KV173	18	JKS	7	137	1	6.768	2.260	4.508
20	22.07.	2KV93	15	I3	5	459	1	2.238	0	2.238
21	27.07.	2KV382	24	JKS	15	1.060	1	27.383	7.581	19.802
22	03.08.	2KV173	8	JKS	7	137	1	6.768	2.260	4.508
23	12.08.	2KV173	12	JKS	7	137	2	6.768	2.260	4.508
24	14.09.	2KV382	36	JKS	29	2.923	3	40.986	7.581	33.405
25	23.09.	2KV173	19	JKS	7	137	2	6.768	2.260	4.508
26	05.09.	2KV382	34	JKS	26	1.923	1	38.784	7.581	31.203
27	13.10.	2KV173	6	JKS	7	137	3	6.768	2.260	4.508
28	19.10.	2KV382	28	JKS	25	1.952	3	38.307	7.581	30.726
29	22.10.	2KV75	49	JKS	27	2.252	2	19.817	1.107	18.710
30	02.11.	2KV121	20	I3	11	696	2	13.645	1.930	11.715
31	02.11.	2KV123	66	I3	32	2.000	2	20.564	2.144	18.420
32	13.11.	2KV75	46	JKS	24	2.050	2	17.917	1.107	16.810

Ukupan broj kratkotrajnih prekida napajanja u 2019. godini (Tablica 5) nešto je veći u odnosu na TS 110/20 kV Samobor. Po broju kratkotrajnih prekida napajanja u omrežju TS 110/20 kV Rakitje izdvaja se vod 2KV121. Vod je pretežno kableske izvedbe sa dvije nadzemne dionice od preko 1.900 metara koje prolaze kroz šumski dio uz rijeku Savu na čelično-rešetkastim stupovima. Uklopno stanje voda 2KV121 je tokom cijele godine većinom nepromijenjeno. Dio prekida u promatranom razdoblju uzrokovali su i nerazjašnjeni kvarovi na tuđem postrojenju TS 20/0,4kV nakon čega je do daljnjega obustavljena isporuka električne energije korisniku mreže radi čega je broj pogođenih TS tokom godine s 12 postao 11. Vodovi s većim brojem prekida napajanja su veće ukupne duljine, od 15 do 40 km. Uklopno stanje vodova uglavnom se tokom godine ne mijenja.

Tablica 5 Broj kratkotrajnih prekida napajanja po vodovima u TS 110/20 kV Rakitje u 2019. Godini

Vod	Broj prekida
2KV121	8
2KV173	6
2KV382	6
2KV75	6
2KV123	3
2KV72	2
2KV93	1
Ukupno	32

#### 4.3. Utjecaj kratkotrajnih prekida napajanja na pouzdanost napajanja

Iz dobivenih podataka svih kratkotrajnih prekida na području TJ Samobor izvršen je proračun pokazatelja pouzdanosti napajanja sa prikazom rezultata u Tablica 6. U tablici su prikazani pokazatelji pouzdanosti napajanja za DP Zagreb i TJ Samobor kao i ranije. Dodatno su prikazani pokazatelji za kratkotrajne prekide napajanja u TS Samobor i TS Rakitje kao i ukupno u obje TS. Posljednje su prikazane vrijednosti pokazatelja za dugotrajne prekide napajanja u TJ Samobor i kratkotrajne prekide napajanja iz TS Samobor i TS Rakitje.



Tablica 6 Pokazatelji pouzdanosti napajanja u 2019.

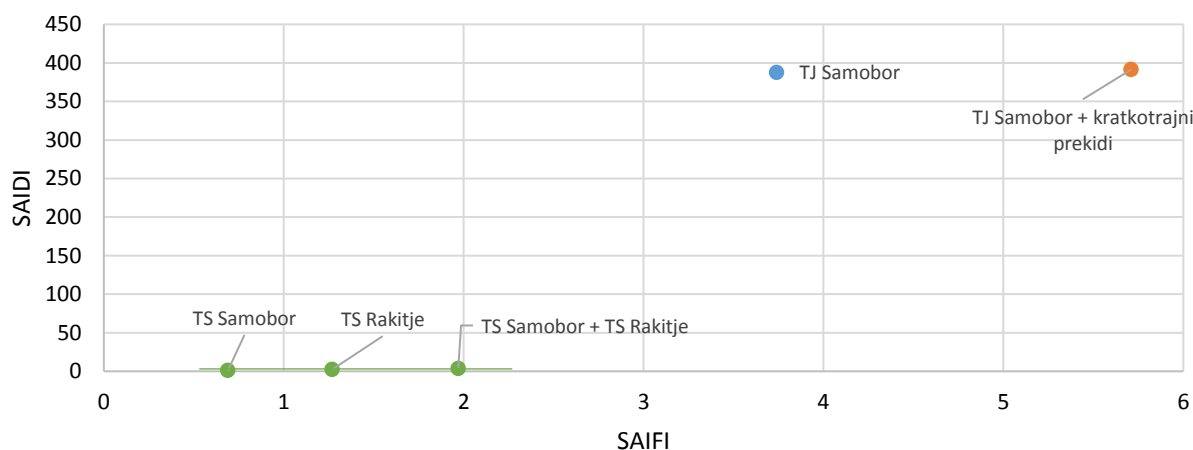
DP	SAIFI	SAIDI	CAIDI
DP Zagreb	1,79	192,71	107,57
TJ Samobor	3,74	387,95	103,70
TS Samobor	0,69	1,05	1,51
TS Rakitje	1,27	2,45	1,93
TS Samobor + TS Rakitje	1,97	3,50	1,78
TJ Samobor+kratkotrajni	5,71	391,45	68,56

Na Grafikon 4.1 grafički su prikazani podaci iz prethodne tablice na jednak način kao što su prikazani na Grafikonu 3.1 gdje x os predstavlja vrijednost SAIFI-ja, a y os vrijednost SAIDI-ja.

Na grafikonu su prikazane vrijednosti pokazatelja za kratkotrajne prekide napajanja u TS Samobor, TS Rakitje i ukupno (zelene točke). S obzirom na gotovo jednak položaj u odnosu na y os, ali pomak u desno s obzirom na x os, može se primijetiti kako kratkotrajni prekidi napajanja utječu na povećanje parametra SAIFI, dok se parametar SAIDI gotovo i ne mijenja s obzirom na njihovo kratko trajanje i mali utjecaj na povećanje prosječnog trajanja prekida napajanja svakog korisnika mreže. Promatrajući vrijednosti parametra SAIDI i SAIFI za TJ Samobor samo sa dugotrajnim prekidima napajanja (plava točka) te pribrojenim kratkotrajnim prekidima napajanja koji su ranije prikazani (narančasta točka), može se uočiti pomak u desno na grafikonu, odnosno povećanje parametra SAIFI (sa 3,74 prekida/godini na 5,71 prekid/godini).

Grafikon 4.1 Pouzdanost napajanja za TJ Samobor sa uključenim kratkotrajnim prekidima

### Pouzdanost napajanja u 2019.g.



## 5. ZAKLJUČAK

Uspoređujući pokazatelje pouzdanosti napajanja bez i sa kratkotrajnim prekidima napajanja može se zaključiti da kratkotrajni prekidi napajanja utječu na prosječan broj prekida, dok na prosječno trajanje nemaju značajan utjecaj s obzirom na to da su kratkog trajanja u odnosu na dugotrajne. Isto se može zaključiti i promatrajući formulu za izračun pokazatelja pouzdanosti napajanja.

Na temelju provedene analize kratkotrajnih prekida napajanja u dvije TS u TJ Samobor u 2019. godini može se zaključiti da kratkotrajni prekidi napajanja ne ovise nužno o tipu SN izvoda, odnosno o tome je li on zračne ili kabelaške izvedbe. Najveći utjecaj mogao se primijetiti u duljini izvoda. Oni izvodi s većom duljinom imali su više kratkotrajnih prekida napajanja što je vjerojatno povezano s time da je na dugim vodovima veći broj potencijalnih mjesta za prolazni kvar. Osim navedenoga, učestalost kratkotrajnih prekida napajanja ovisi i o stanju voda te održavanju istoga, a ne samo o njegovim osnovnim parametrima.

U ovom istraživanju veliki utjecaj na broj kratkotrajnih prekida napajanja imale su vremenske prilike, odnosno česta ljetna nevremena u protekloj godini koja su uzrokovala veći broj kratkotrajnih prekida napajanja što je čest slučaj u brdovitim šumskim područjima sa zračnom mrežom kao što je i terenska jedinica Samobor.



Prolaznih ili tranzijentnih prekida napajanja bilo je i u trajanju duljem od tri minute, ali su isti ubrojeni u pokazatelje pouzdanosti napajanja terenske jedinice Samobor i prikazani kroz podatke iz DISPO aplikacije. Takvi prekidi napajanja učestali su za vrijeme većih nevremena koja pogode šire geografsko područje jer uzrokuju više ispada, ponekad i u nekoliko terenskih jedinica istovremeno. U tim slučajevima dispečeru treba više od tri minute da sagleda cjelokupnu situaciju i reagira sukladno propisanim protokolima radi čega se prekidi napajanja kratkotrajnog uzroka otklanjanju u vremenu zbog kojeg prema klasifikaciji prekida napajanja pripadaju dugotrajnim.

U svrhu što pouzdanijeg napajanja krajnjih korisnika mreže, kontinuirano se na godišnjoj razini radi na poboljšanju mreže. Redovito se provodi čišćenje trase zračnih vodova od raslinja čime se smanjuje učestalost prekida napajanja uzrokovanih padom grana na vodove i slično, posebno prilikom olujnih nevremena ili jakog vjetrova. Kao primjer ulaganja u mrežu može se navesti podatak da su 2012. godine u 4TS102 Samobor ugrađena dva sklopa Petersenovih prigušnica za transformatore 1 i 2. Posljedično je prestala potreba za korištenjem sklopova za automatski ponovni uklop (APU).

Provedbom Pilot projekta uvođenja naprednih mreža, s ciljem poboljšanja pokazatelja kvalitete opskrbe električnom energijom, planirana je ugradnja 13 daljinski upravljivih rastavnih sklopki u zračnoj mreži i 5 sklopnih blokova s daljinskim upravljanjem u kabelskoj mreži. Ovim aktivnostima će se povećati stupanj automatizacije i mogućnost upravljanja po dubini SN mreže, što će u konačnici rezultirati učinkovitijom izolacijom mjesta kvara i posljedično bržom restauracijom napajanja korisniku mreže.

Operator distribucijskog sustava kontinuiranim ulaganjem u distribucijsku mrežu, modernizacijom postrojenja i automatizacijom po dubini mreže pozitivno utječe na poboljšanje pouzdanosti napajanja korisnika mreže.

## 6. LITERATURA

- [1] Mrežna pravila distribucijskog sustava, NN 74/2018, kolovoz 2018., čl. 3.2.
- [2] Uvjeti kvalitete opskrbe električnom energijom, NN 37/2017, travanj 2017., čl. 39.
- [3] Desetogodišnji (2019.-2028.) plan razvoja distribucijske mreže HEP ODS-a s detaljnom razradom za početno trogodišnje i jednogodišnje razdoblje, HEP ODS, Zagreb, ožujak 2019.