

Danijel Habijan
HEP ODS d.o.o.
danijel.habijan@hep.hr

Martin Bolfek
HEP ODS d.o.o.
martin.bolfek@hep.hr

Saša Dominković
HEP ODS d.o.o.
sasa.dominkovic@hep.hr

Tomislav Sinjeri
HEP ODS d.o.o., Elektra Koprivnica
tomislav.sinjeri@hep.hr

PRELAZAK ELEKTRE KOPRIVNICA, POGONA LUDBREG NA 20 KV

SAŽETAK

Prijelaz pogonskog napona s 10 kV na 20 kV Elektra Koprivnica predstavlja jednu od glavnih strateških odrednica distribucijske mreže. Kao prvo područje koje će prijeći na 20 kV odabran je pogon Ludbreg zbog većih industrijskih potrošača spojenih na rubnim dijelovima 10(20) kV nadzemnih i podzemnih dalekovoda, tendencije rasta potrošnje, kao i zbog sustavne ugradnje opreme spremne za 20 kV koja se ugrađivala posljednjih trideset godina. Referat će dati uvid u pripremne radove, zamjenu opreme kao i iskustva nakon prelaska na 20 kV. Dodatno će u referatu biti predstavljeni problemi na koje smo naišli prilikom pripremnih radova, način na koji su isti riješeni, kao i princip prikupljanja podataka o spremnosti pojedinih objekata za 20 kV korištenjem informatičkih inovacija.

Ključne riječi: 10kV, 20kV, Trafogled, pogon Ludbreg

TRANSITION TO THE 20 KV OF ELEKTRA KOPRIVNICA, DISTRICT LUDBREG

SUMMARY

Grid transition from the 10 kV voltage to the 20 kV of Elektra Koprivnica is one of the main strategic determinants of the distribution network of Elektra Koprivnica grid. As the first area on 20 kV voltage, the grid of Ludbreg is selected due to the larger industrial consumers connected to the peripheral parts of 10 (20) kV overhead and underground lines. Second reason is the growth tendencies of consumption as well as the systematical installation of the 20 kV equipment that has been built in the last thirty years. The report will give insight into preparation work, replacement of equipment as well as the experience after switching to 20 kV. In addition, the paper will present the problems we encountered during the preparatory work, how they were solved, as well as the principle of gathering data of individual facilities for 20 kV using IT innovations.

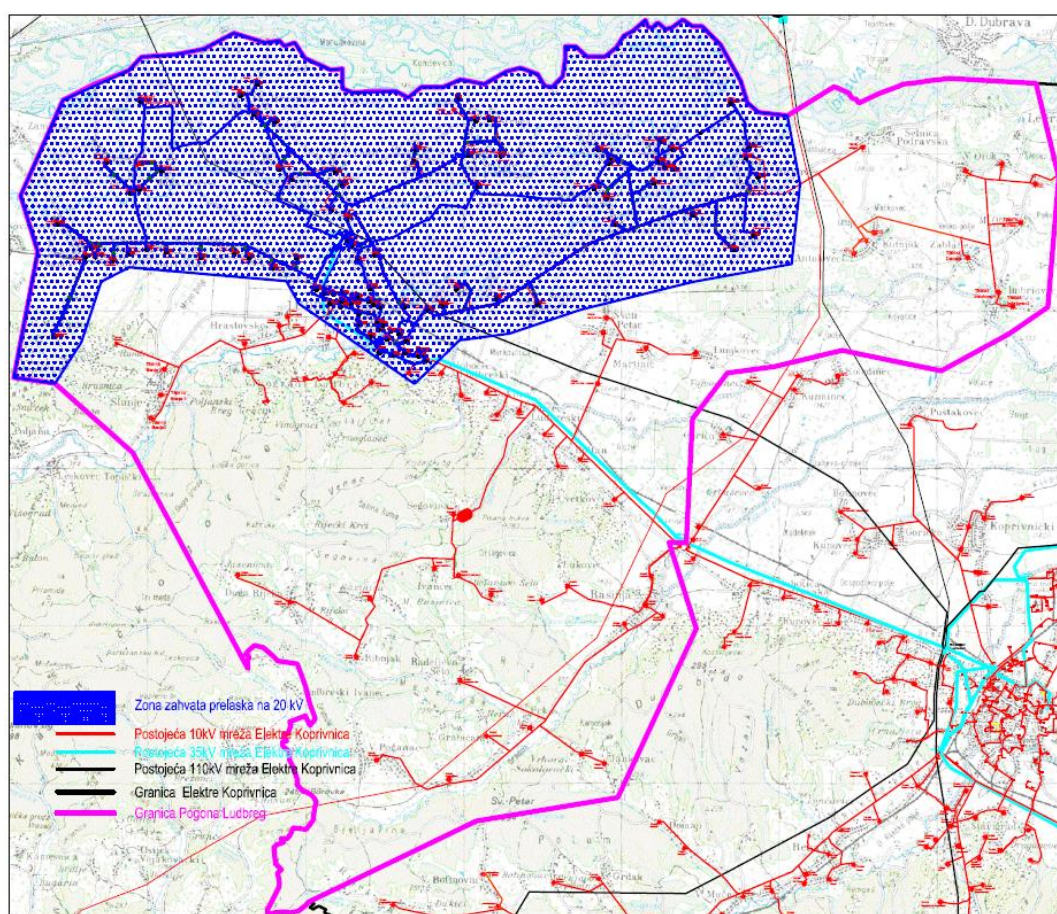
Key words: 10kV, 20kV, Transformer-view, district Ludbreg

1. UVOD

Nužnost prelaska na 20 kV na predmetnom području Elektra Koprivnica, pogona Ludbreg argumentirana je Studijom razvoja distribucijske mreže Elektre Koprivnica (2012. FER). Prema Studiji padovi napona na krajevima pojedinih izvoda iznose i do 8.55% (J12 Požgaj u TS 35/10 Selnik) samo na 10 kV strani što za posljedicu ima povećani broj pritužbi na kvalitetu napona. Predmetno područje ujedno je i područje najbržeg rasta opterećenja (prema Studiji 38% u narednih 20 godina). Pokazatelji učestalosti i trajanja prekida isporuke električne energije (SAIFI i SAIDI) su izrazito visoki zbog dotrajalosti pojedinih dijelova srednjenaponske mreže (SAIDI: 882.6 h/god, SAIFI: 7.48 /god). Iako su gubici po izvodima relativno mali (između 0.71% i 6.57%), omjer koristi i troškova prema AHP metodi je izrazito povoljan zbog dobre pripremljenosti predmetnog područja za prelazak na 20 kV naponsku razinu. Prelazak pogona Ludbreg Elektre Koprivnica podijeljen je na Zonu 1 i Zonu 2.

Predmetno područje obuhvaća:

Prelaskom Zone 1 pogona Ludbreg na 20 kV obuhvaćen ne veći dio konzuma pogona tj preko 60% omrežja TS 10(20)/0,4kV.



Slika 1. Grafički prikaz Zone 1. Pogona Ludbreg

Nakon pregleda i detekcije objekata potrebnih za rekonstrukciju Zona 1 definirano je da je potrebno napraviti zahvate na :

- TS 110/35/10(20) kV Selnik, TS 35/10(20)kV Ludbreg
- 105 TS 10(20)/0,4kV
- 6015 m trase 10 kV kablskih dionica
- 8476 m trase 10 kV nadzemnih dionica
- 46 komada 10 kV rastavljača

2. PREGLED POSTOJEĆE OPREME I PLANIRANJE ZAMJENE

Planiranje kapitalne investicije prelaska s 10 kV na 20 kV započinje izradom osnovne podloge investicijske aktivnosti nakon čega slijedi uvrštavanje u plan kao kapitalna investicija. Jedna od važnijih aktivnosti je planiranje opreme koju je potrebno zamijeniti. Najčešći oblik ovog planiranja je kroz *.xls tablice pri čemu postoji problem kreiranja izvještaja kao i kreiranja naprednijih aktivnosti. Dodatno, ovakav način rada neupitno nameće analogni oblik izvještaja kao način prikupljanja trenutnog i planiranja budućeg stanja. Za ovu potrebu, u DP Elektra Koprivnica kreiran je dodatni modul na aplikaciju Trafogled (APOEEO).

2.1. PREGLED POSTOJEĆE OPREME

Kao što je prethodno napomenuto, a vezano za pregled spremnosti objekata za pogonski napon od 20 kV, kreiran je modul „Spremnost za 20kV“ unutar aplikacije Trafogled (APOEEO), koja je na razini HEP ODS d.o.o.-a prepoznata kao vodeća aplikacija za pregled i održavanje EE objekata.

Cilj ovakvog načina prikupljanja podataka je da se podaci na terenu prikupljaju pomoću tablet računala, čime je ubrzan poslovni proces te istovremeno povećana kvaliteta prikupljenih podataka.

Pregledi spremnosti za pogonski napon 20 kV podijeljeni su na dva dijela: 1. Pregled točkastih objekata što podrazumijeva transformatorska stanica, rasklopište, stanične i linijske rastavljache; 2. Pregled linijskih objekata što su nadzemni i podzemni vodovi, SN stupovi.

HEPODS d.o.o. Elektra Koprivnica

Nalog za rad | Evidencija | Izvještaji | Administracija | Pomoć

Evidencija

[Objekt Transformatorske stanice] [Naponska razina 10 (20) / 0.4 kV] [Vrsta aktivnosti Spremnost za 20 kV] [Pogon 400500, 400501, 400502] [Schema GLED]

Objekt: Transformatorske stanice | Naponska razina: 10 (20) / 0.4 kV | Vrsta aktivnosti: Spremnost za 20 kV | Postavi

Evidencija

Search: [] Go Rows: 10 Actions: [] Create

▼ ☒ Pogon ☒ Naziv

Pogon : 400500, Naziv : Koprivnica

Status	Broj objekta	Naziv objekta	Evidencija	Datum	Nalog za rad	Završen	Rukovoditelj	Mjerenje	Napomena
	4026	BOTOVO 1	12827	03.07.2017		☐	Baran Ivan, dipl. ing. el.		

Pogon : 400502, Naziv : Ludbreg

Status	Broj objekta	Naziv objekta	Evidencija	Datum	Nalog za rad	Završen	Rukovoditelj	Mjerenje	Napomena
	9153	PODGORA	13699	24.10.2017		☒	Makar Robert		
	9032	GLOBOČEC 2	13700	24.10.2017		☒	Makar Robert		
	9033	GLOBOČEC 3	13701	24.10.2017		☒	Makar Robert		
	9003	GLOBOČEC 1	13702	24.10.2017		☒	Makar Robert		
	9004	ČUKOVEC 1	13703	24.10.2017		☒	Makar Robert		
	9020	ČUKOVEC 2	13704	24.10.2017		☒	Makar Robert		
	9066	LUB. VINOGRAD 1	13642	20.10.2017		☒	Kos Dragan		
	9067	LUB. VINOGRAD 2	13643	20.10.2017		☒	Kos Dragan		
	9159	LUB. VINOGRAD 3	13644	20.10.2017		☒	Kos Dragan		

1 - 10 of 216

Slika 2. Pregled spremnosti točkastih objekata

Slika 2. prikazuje izbornik pojedinih točkastih objekata. Odabirom pojedine TS 10(20)/0,4 kV ulazimo u postavke pojedinog objekta u kojem se radi priprema za pregled na terenu. Na slici 3. nalazi se prethodno pripremljeni izvještaj kojeg djelatnici na terenu popunjavaju te se isti unosi u aplikaciju. Po unosu podataka u aplikaciju, vrši se „dijagnoza objekta“, točnije definira se koju opremu je potrebno zamijeniti kako bi objekt bio spreman za pogonski napon 20 kV.

HEP - Operator distribucijskog sustava d.o.o.
ELEKTRA Koprivnica
Hrvatske državnosti 32, 48000 Koprivnica

05.01.2018 09:21
Str. 1 of 2
REP: odr_iz_spremnost_20kV

(TS) [10 (20) / 0,4 kV] [SPREM] [Evid: 13703] [Objekt: 9004]

IZVJEŠTAJ O PREGLEDU SPREMNOSTI PRELASKA NA 20 KV

Objekt održavanja TS Transformatorske stanice
Vrsta održavanja SPREM Spremnost za 20 kV
Naponska razina 3 10 (20) / 0,4 kV
Pogon 400502 Ludbreg

Broj objekta 9004 - ČUKOVEC 1
Tip objekta Stupna TS
Broj evidencije 13703
Datum 24.10.2017
Broj naloga za rad
Napomena

Rukovoditelj Makar Robert
Organizator Petrin Zvonimir
Ovlaštena osoba Križanić Goran

Broj voda	Naziv SN voda (prema napajanju)	Tip i presjek vodiča	Spremnost vodiča	Spremnost kabelskih završetaka
1			☐	☐
2			☐	☐
3			☐	☐

Održavnici prenapona (SN)

Tip održavnika	Spremnost održavnika prenapona
	☐

Interni SN vodiči (subinije)

Broj voda	Tip i presjek voda	Interno na kabelskih završecima (odspajanje)	Spremnost na internom vodiču na kablarnoj stani
1		☐	☐
2		☐	☐

Isolatori (SN)

Vrsta	Tip (opis)	Spremnost izolatora
Zatvoreni		☐
Potporni		☐
-		☐

SN osigurivači i postaje

Tip (opis) postaje	Tip osigurivača	Naziv snijaga osigurivača	Spremnost
			☐

Podaci o transformatoru

Tranzformator	
Tip transformatora	
Godina proizvodnje	
Snaga kVA	
Grupa tanka	
Vrsta zaštite	
Naponska prenapona (struja)	
Spremnost	☐

HEP - Operator distribucijskog sustava d.o.o.
ELEKTRA Koprivnica
Hrvatske državnosti 32, 48000 Koprivnica

05.01.2018 09:21
Str. 2 of 2
REP: odr_iz_spremnost_20kV

Objekt održavanja TS Transformatorske stanice
Vrsta održavanja SPREM Spremnost za 20 kV
Naponska razina 3 10 (20) / 0,4 kV
Pogon 400502 Ludbreg

Broj objekta 9004 - ČUKOVEC 1
Tip objekta Linijski rastavljač prije TS
Broj evidencije 13703
Datum 24.10.2017
Broj naloga za rad
Napomena

Rukovoditelj Makar Robert
Organizator Petrin Zvonimir
Ovlaštena osoba Križanić Goran

Broj voda	Naziv SN voda (prema napajanju)	Tip i presjek vodiča	Spremnost vodiča	Spremnost kabelskih završetaka
1			☐	☐
2			☐	☐
3			☐	☐

Isolatori (SN)

Vrsta	Tip (opis)	Spremnost izolatora
Zatvoreni		☐
Provodni		☐
Potporni		☐
-		☐

Rastavljač

Tip (opis)	Spremnost rastavljača
	☐

Uzemljenje

Vrsta uzemljenja ☐ graničarsko ☐ radno (pogonsko) ☐ zaštitno

Uzemljivač ☐ bakreno uže 35 mm² ☐ pocinčana traka 25x4 mm

Rezultat mjerenja Ru = _____ [ohm]

Organizator radova Petrin Zvonimir
Ovlaštena osoba Križanić Goran
Rukovoditelj radova Makar Robert

Napomena

Uzemljenje

Uzemljivač ☐ bakreno uže 35 mm² ☐ pocinčana traka 25x4 mm

Uzemljenje ☐ konstrukcije rastavljača ☐ pogona rastavljača

Rezultat mjerenja Ru = _____ [ohm]

Organizator radova Petrin Zvonimir
Ovlaštena osoba Križanić Goran
Rukovoditelj radova Makar Robert

Napomena

Slika 3 . Lista spremnosti točkastih objekata

[Objekt Nadzemni elektroenergetski vodovi] [Naponska razina 20 (10) kV] [Vrsta aktivnosti Spremnost za 20 kV] [Pogon 400500, 400501, 400502] [Schema GLED]

Objekt - Nadzemni elektroenergetski vodovi Naponska razina 20 (10) kV Vrsta aktivnosti - Spremnost za 20 kV Postavi

Evidencija


 Go Rows 10 Actions Create

- ☒ Pogon
- ☒ Naziv

Pogon : 400502, Naziv : Ludbreg

	Status	Broj objekta	Naziv objekta	Evidencija	Datum	Nalog za rad	Završen	Rukovoditelj	Mjerenje	Napomena
		20004	STRUGA	12056	09.05.2017		☒	Makar Robert		ZDV Struga spreman za prijelaz na 20 kV kad se otp...
		20006	SELNİK	12027	04.05.2017		☒	Makar Robert		ZDV Selnik spreman za prijelaz na 20 kV
		20011	SLANJE	8808	13.01.2016		☒	Sedlar Branko		
		20021	LUKOVEC	8633	12.11.2015		☒	Sedlar Branko		Stup broj 20023 - ugraditi BS 1600/12 Stup broj 2...
		20020	ZDV IMBRIOVEC	8576	03.11.2015		☒	Makar Robert		
		20003	MARTIJANEC	8480	12.10.2015		☒	Kos Dragan		
		20013	SIGETEC	6696	26.02.2015		☒	Kolak Marinko		
		20014	RASINJA IZ LUDBREGA	6629	23.02.2015		☒	Mustać Zvonimir		
		20012	BEDNJA	6661	23.02.2015		☒	Mustać Zvonimir		
		20011	SLANJE	6586	05.02.2015		☒	Mustać Zvonimir		

< 11 - 20 of 29 >

Slika 4. Pregled spremnosti linijskih objekata

IZVEŠTAJ O PREGLEDU SPREMNOSTI PRELASKA 10 kV VODOVA NA 20 kV
- svi stupovi -

Objekt održavanja: NEV Nadzemni elektroenergetski vodovi

Vrsta održavanja: SPREM Spremnost za 20 kV

Naponska razina: 3 20 kV

Pogon: 400502 Ludbreg

Broj objekta: 20003 - MARTIJANEC

Broj evidencije: 11603

Datum: 14.05.2017

Broj naloga za rad:

Rukovoditelj: Sedlar Branko

Organizator: Petin Zvonimir

Ovlaštena osoba: Kitišanić Goran

Status: **Zadovoljava**

Napomena: ZDV Martijanec spreman za prijelaz na 20 kV

Potreban materijal

Uzemljenje: mešana

Dionica 1/	Stup #	Tip stupa	Konzola	Tip izdizatora	Broj	Odv. prenapona	Kabelski zavr.	LR	Uzem PR	Otpor [ohm]	Prep. spr.
☒	20201	Betonski 3150 - 12	KB - gama	Štapasti keramički veći	1	☒ Raychem	☒ Raychem	☐	☐		☒
			Konzola za odvodnike prenapona - A1 krč	Štapasti keramički veći							
				Štapasti keramički veći							

Dionica 2/	Stup #	Tip stupa	Konzola	Tip izdizatora	Broj	Odv. prenapona	Kabelski zavr.	LR	Uzem PR	Otpor [ohm]	Prep. spr.
☒	20201	Betonski 3150 - 12	KB - gama	Štapasti keramički veći	1	☒ Raychem	☒ Raychem	☐	☐		☒
			Konzola za odvodnike prenapona - A1 krč	Štapasti keramički veći							
				Štapasti keramički veći							

Slika 5. Lista spremnosti linijskih objekata

2.2. PLANIRANJE ZAMJENE OPREME

POPIS MATERIJALA POTREBNOG ZA PRELAZAK NA 20KV - POGON LUDBRIG																		
ZAVRŠENO I/II SPREMNO ZA 20 KV																		
NAZIV I TIP MATERIJALA	KATALOŠKI BROJ	ŠIFRA	NAZIV SN VODA													KOLIČINA UKUPNO		
			KB DV POŽGAJ	ZDV SIGETEC	ZDV STRUGA	ZDV HRČENICA	ZDV MARTIANEC	ZDV SELNIK	VATROSLAVA LISINSKOG 1	GRAFIČAR	BOMARKPAJ	ŠLJUNČARE HRASTOVJAN	ISTOK	VINOGRADSKA	FRANA GALOVIČA		BELPUO	BEDNJA
TRANSFORMATOR 50 KVA		O408010115	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	kom.	
TRANSFORMATOR 100 KVA		O408010120	1	6	2	5	3	3	0	0	0	3	0	0	0	23	kom.	
TRANSFORMATOR 160 KVA		O408010125	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	5	kom.	
TRANSFORMATOR 250 KVA		O408010130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	kom.	
TRANSFORMATOR 400 KVA		O408010135	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	7	kom.	
TRANSFORMATOR 630 KVA		O408010140	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	kom.	
TRANSFORMATORSKI ADAPTER		O413250150	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	2	0	8	kpl.	
STEZALKA TRAFIQ2 VODIČAJ M20		O413250020	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	7	kom.
STEZALKA TRAFIQ3 VODIČAJ M20		O413250070	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	6	9	kom.
STEZALKA TRAFIQ3 VODIČAJ M30		O413250080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kom.
KAPA IZOLACIJSKA ZA TRAFIO M 12		O413250045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kom.
KAPA IZOLACIJSKA ZA TRAFIO M 20		O413250075	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	12	16	kom.
KAPA IZOLACIJSKA ZA TRAFIO M 30		O413250085	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kom.
SN BLOK 2V2T		O402020025	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	3	6	kom.
SN BLOK 3VT		O402020016	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1	5	kom.
SN BLOK S MJ. POLIEM 2V-5-M		O402030105	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	kom.
ADAPTER ZA V.P. 70mm2		O410060050	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	5	9	kpl.
ADAPTER ZA V.P. 95-185mm2		O410060060	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	2	5	0	9	24	kpl.
ADAPTER ZA TR. POLJE		O410060020	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3	4	0	2	13	kpl.
ZATEZNI IZOLATORI ŠTAPASTI		O417060040	0	57	42	9	57	33	0	0	0	24	0	0	0	0	222	kom.
"U" STREMEN	43.27.59		0	20	16	7	21	0	0	0	0	15	0	0	0	0	79	kom.
"U" STREMEN DVOSTRUKI	43.27.60		0	8	4	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	kom.
VILICA S BATIČEM -	22.23.10		0	39	24	12	36	0	0	0	0	15	0	0	0	0	126	kom.
VILICA S OČKOM	22.08.20		0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	kom.
OČKA S BATIČEM	23.01.10		0	66	51	19	51	33	0	0	0	15	0	0	0	0	235	kom.
DVOSTRUKI ODSTOJNIK	29.52.30		0	0	12	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	kom.
PRODUŽNIK	26.71.30		0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	kom.

Tablica 1. Tablica dijagnoze objekata

3. ZAMJENA OPREME

Zamjena opreme vršila se periodično spram dostupnosti opreme, pri čemu su veliki problem predstavljali SN kabele. Sustavno se vršila zamjena opreme pri čemu su transformatorske stanice imale prednost. Dodatno valja napomenuti da su se ugrađivali SN osigurači konstrukcijskog napona 24 kV na pogonski napon 10 kV, pri čemu smo prethodno izvršili proračun odabira istih. Ukoliko se prilikom puštanja pokazala potreba neke smo mijenjali spram trenutnih uvjeta. Jedna od većih promjena je da smo stanične rastavljače koji su se nalazili u zidanim transformatorskim stanicama, premjestili na zadnji stup prije transformatorske stanice. Zidane transformatorske stanice tipa tornjić, koje su prolazne, rekonstruirale su se na način da je u iste ugrađen SN blok.

Dodatno valja napomenuti da su se prilikom planiranja transformatora koristili algoritmi koji su definirali transformatore optimalne snage (slika 6.), pri čemu se skoro u 50% slučajeva pokazalo da su trenutne snage predimenzionirane, a da su transformatori pod-opterećeni, čime smo dodatno smanjili tehničke gubitke.

Grafovi
Manipulacija tablicama
Zamjena Transformatora
Katalog transformatora
Unos mjerenja

ODABIR

Odaberi TS
LENIŠE 3 JUG

OPCIJE

NASLOV GRAFA: LENIŠE 3 JUG

Y os MIN

Y os MAX

Oznaka Y osi: P [kW]

Datum OD: 17.11.2016 10:30:00

Datum DO: 27.11.2016 23:45:00

CRTAJ GRAF

PODACI o TR

ZAMJENI TRAFIO
MAKNI_OZNAKU_ZAMJENE

Broj Ts	Naziv Ts	Tipika Oznaka	Mjer Trosak 1	Mjer Trosak 2	Mjer Snaga Tr 2	Trosak 1	Trosak 2	Snaga Tr 1	Snaga Tr 2
3029	LENIŠE 3 JUG	8ETBNy 1000-24x/A, 10/0.4, 1000	18,623.99	11,951.38	630.00	18,862.95	12,288.59	1,000.00	630.00

DODATNE OPCIJE

Odaberi neki drugi trafo

Gubici odabranog TR

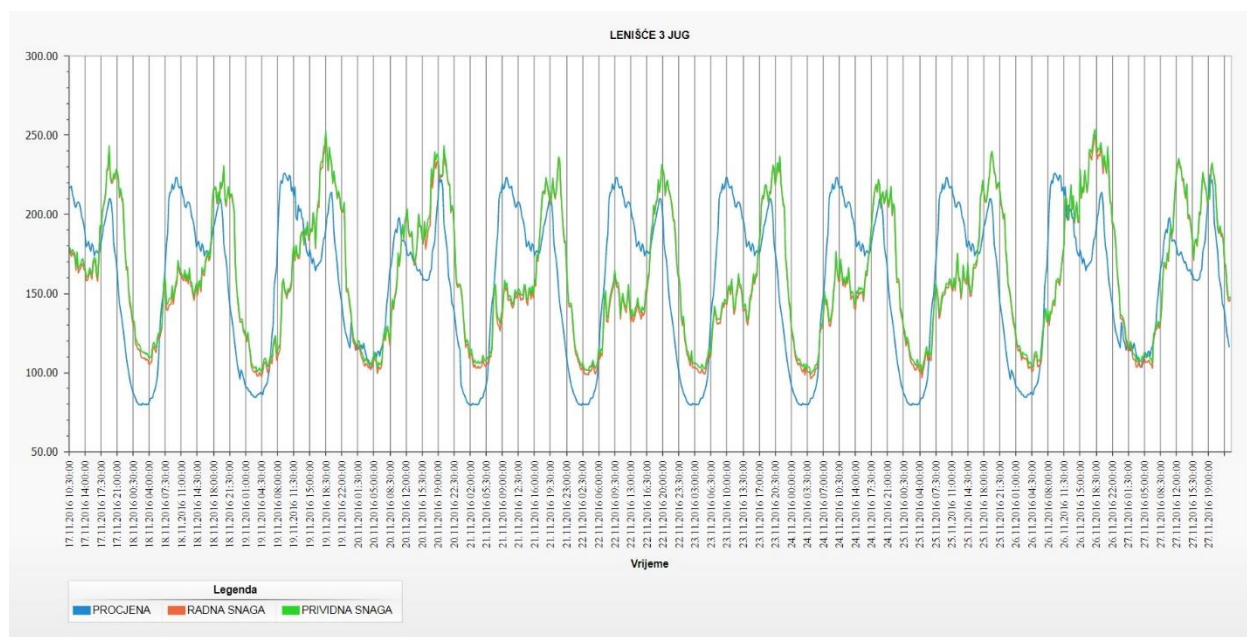
Izračunaj

PODACI o KUPCIMA

Kuc	P1	P2	P30	J	E
159	0	0	2	1	

GRAFIK

LENIŠE 3 JUG



Slika 6. Aplikacija za proračun odabira optimalnog transformatora.

4. PROCES PRELASKA ZONE 1 POGONA LUDBREG ELEKTRE KOPRIVNICA NA 20 KV

Dinamika prelaska dijela Pogona Ludbreg s pogonskog napona 10 kV na pogonski napon 20 kV definirana je unaprijed kroz dva dokumenta: „Dinamika prelaska 10 kV mreže Zone 1 na 20 kV napon“ (slika 7.), te kroz dokument „Manevar za prelazak na 20 kV Zona 1 (slika 8.)“.



ELEKTRA KOPRIVNICA
Služba za tehničke poslove

Datum: 02.06.2017.

DINAMIKA PRELASKA 10 kV MREŽE ZONE 1 NA 20 kV NAPON

A. Pripremni radovi

Svi pripremni radovi na prijelazu mreže na 20 kV napon moraju biti dogotovljeni, a gdje je to potrebno, treba izvršiti mjerenja ili čak probni rad.

TS 110/35/10(20) kV Selnik

- potrebno je uzemljiti zvjezdište transformatora TR3 i TR4
- otpornike podesiti u spoj 40 Ω i otvoriti sekciju na 10 kV sabirnicama
- prigušnicu TR3 staviti u spoj 1 (30 A induktivno), a prigušnicu TR4 u spoj 2 (50 A induktivno)
- uključiti rastavljače za uzemljenje zvjezdišta
- podesiti zaštitu u 67N (kao TS Đurđevac)
- smanjiti vremena zatezanja na zemljospojnoj zaštiti na 0,5 s i V_0 na 525 V.
- u gradskim vodovima postaviti strujno podešenje
 - I> 200A 0,1 SI30XDT
 - I>> 300A 0,2 sek usmjer.
 - I>>> 600A 0,0 sek
- a na zračnim vodovima prvi i drugi stupanj isto dok treći stupanj podesiti prema nekoj daljinski upravljivoj točki u vodu
- prebacivanje preklopke na energetsom transformatoru
- prebacivanje kućnog transformatora
- prespajanje naponskih mjernih transformatora
- uzemljiti plašteve na 10(20) kV vodovima u TS Selnik

TS 35/10(20) kV Ludbreg

- potrebno je uzemljiti zvjezdište transformatora TR1
- otpornike podesiti u spoj 40 Ω i prigušnice staviti u preklopku 1 (30 A)
- uključiti rastavljač za uzemljenje zvjezdišta na TR1
- podesiti zaštitu u cosfi spoj,
- smanjiti vremena zatezanja na zemljospojnoj zaštiti na 0,5 s i V_0 na 525 V na sekciji TR1
- u gradskim vodovima postaviti strujno podešenje
 - I> 200A 0,1 SI30XDT
 - I>> 300A 0,2 sek usmjer.
 - I>>> 600A 0,0 sek
- a na zračnim vodovima prvi i drugi stupanj isto dok treći stupanj podesiti prema nekoj daljinski upravljivoj točki u vodu.

Potrebno je izvršiti interni tehnički pregled mreže koja prelazi na 20 kV napon sa osvrtom na:

- postojeću i novougrađenu opremu
- popratnu dokumentaciju za novu opremu,

Slika 7. Dinamika prelaska 10 kV mreže Zone 1 na 20 kV napon

Manevar za prelazak na 20 kV ZONA 1						
preduvjet za sve radove: u TS Selnik TR3 i TR4 i TS Ludbreg TR 1 uzemljeni transformatori i podešena zaštita automatska regulacija 110/35 kV podešena prema zahtjevu Stjepandić - Sinjeri - Bolfek						
prebacivanje 10 kV Martijanec						
1	TS Martijanec 3	UK	prekidač	VP Puklavec	osoba	vrijeme
3	TS Selnik	ISK	prekidač	VP Martijanec	dispečer	7:20
prebacivanje 10 kV RS Lukaps						
1	TS Centar	UK	prekidač	VP A. Nemčića	Makar R., Horvat M.	7:30
2	TS A. Nemčića	ISK	prekidač	VP Zagrebačka	Prtenjača, Petrin	7:30
3	TS Bomark pak	UK	prekidač	VP RS Lukaps	dispečer	7:30
4	TS Selnik	ISK	prekidač	VP RS Lukaps	dispečer	7:30
prebacivanje 10 kV Grafičar						
1	TS Ljudevita Gaja	UK	prekidač	VP Bednja	Sedlar, Lovasić	7:40
2	TS Centar	ISK	prekidač	VP Školska	Makar R., Horvat M.	7:40
3	TS Ducati	UK	prekidač	VP Dispečerski centar	dispečer	7:40
4	TS Selnik	ISK	prekidač	VP Grafičar	dispečer	7:40
prebacivanje 10 kV Požgaj						
1	TS Mali Bukovec 1	UK	prekidač	VP ZDV Imbriovec	dispečer	7:55
2	TS Mali Bukovec 1	ISK	prekidač	VP ZDV Sigetec	dispečer	7:55
3	TS Požgaj 1	UK	prekidač	VP ZDV Sigetec (Mlin)	dispečer	7:55
4	TS Selnik	ISK	prekidač	VP Požgaj	dispečer	7:55
izdavanje dopusnica						
1	TS Sesvete 3	izdati dopusnicu i rad prema uputama			Kolak, Sočev	8:00
2	TS Kapela 1	izdati dopusnicu i rad prema uputama			Kos, Rak	8:00
3	TS Kapela 1	izdati dopusnicu i rad prema uputama			Gašparić 1	8:00
4	TS Vodovod	izdati dopusnicu i rad prema uputama			Mustač, Đurašin	8:00
5	TS Poljanec 2	izdati dopusnicu i rad prema uputama			Šitar, Makar M.	8:00
6	TS Poljanec 3	izdati dopusnicu i rad prema uputama			Žužul, Horvat N.	8:00
7	TS Poljanec 1	izdati dopusnicu i rad prema uputama			Čukec, Ilotić	8:00
8	TS Križovljan	izdati dopusnicu i rad prema uputama			Sedlar, Lovasić	8:00
9	TS Martijanec 2	izdati dopusnicu i rad prema uputama			Šprem, Vađon	8:00
10	TS Šljunčara Smontara	izdati dopusnicu i rad prema uputama			Makar R., Horvat M.	8:00
11	TS Šljunčara Smontara	ISK	mjerno p.	spajanje međutransformatora	Makar R., Horvat M.	8:00
12	TS Šljunčara Smontara	izdati dopusnicu i rad prema uputama			Gašparić 2	8:00
13	TS Mali Bukovec 2	ISK	prekidač	VP Šljunčara Smontara	Makar R., Horvat M.	8:00
14	TS Mali Bukovec 2	UK	uzemljivač	VP Šljunčara Smontara	Makar R., Horvat M.	8:00
15	TS Požgaj 1	UK	uzemljivač	VP Šljunčara Smontara	Prtenjača, Petrin	8:00

Slika 8. Manevar za prelazak na 20 kV Zona 1

U ova dva dokumenta definirala su se sva pravila, upute i način prelaska s pogonskog napona 10 kV na pogonski napon 20 kV. Dodatno su razrađeni i koraci prelaska za svaki dalekovod i objekt, uključivo s rasporedom radnih grupa i točnih radnji koje svaka od njih mora napraviti.

Oba dokumenta izradio je odjel za vođenje Elektre Koprivnica te su djelatnici pravovremeno upoznati sa prelaskom.

Elektra Koprivnica je unaprijed ciljanim objavama kroz medije obavještavala korisnike mreže o planiranim aktivnostima prelaska. Dodatno, svi korisnici koji su kupci na srednjem naponu su nekoliko puta pismenim putem obavješteni te su isti morali pisanim putem potvrditi da je njihova oprema spremna za pogonski napon 20 kV.

Sam prelazak odvijao se kroz 4 dana od 5.6.2017 do 8.6.2017. godine te je sudjelovalo 22 elektromontera raspoređenih u 9 grupa, uz dodatnu 10. grupu koja je bila u pripravnosti, a u kojoj su se osim elektromontera nalazili i vozači.

Tijekom procesa prelaska nije bilo niti jednog incidenta što se tiče kvarova, čime se potvrđuje da je planirana i ciljana zamjena opreme na prethodno navedeni način kvalitetna i adekvatna.

5. DALJNJE AKTIVNOSTI

U narednom razdoblju u postupku je priprema i prelazak preostalih transformatorskih stanica s 10 kV na 20 kV, čime će cjelokupni konzum pogona Ludbreg prijeći na pogonski napon 20 kV.

Ukoliko se pokaže potreba te aplikacija za pripremu, pregled i praćenje zamjene opreme postane standardna aplikacija za pomoć kod prelaska s pogonskog napona 10 kV na pogonski napon 20 kV, ista će se doraditi s dijelom dijagnoze spremnosti objekata za 20 kV. Ovime se stvara jedinstveni sustav na razini HEP ODS d.o.o.-a, gdje će se moći kvalitetno i jednoobrazno voditi priprema i prelazak objekata na pogonski napon 20 kV.

6. ZAKLJUČAK

Prelazak Pogona Ludbreg s pogonskog napona 10 kV na 20 kV uspješno je završen u dijelu prelaska Zone 1, dok je prelazak Zone 2 u postupku. Problema prilikom prelaska nije bilo što pripisujemo dobrom planiranju i praćenju zamjene opreme. Korištenjem aplikacije uvelike se olakšao sam postupak prelaska jer se zamjena planirala do najmanjeg detalja. Kao što je već prije navedeno primjena aplikacije na ostala distribucijska područja je moguća te postoji sva potrebna infrastruktura. Točnije, nakon što se aplikacija uvede u standardne procedure redovnog pregleda i održavanja objekata, moguće ju je dodatno proširiti u smislu dijagnoze i praćenja zamjene opreme, a u svrhu pouzdanog i sigurnog prelaska na 20 kV.