

Deni Prhal
HEP ODS d.o.o., Elektra Bjelovar
deni.prhal@hep.hr

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

Andrija Bilek
HEP ODS d.o.o., Elektra Bjelovar
andrija.bilek@hep.hr

Dalibor Cinek
HEP ODS d.o.o., Elektra Bjelovar
dalibor.cinek@hep.hr

PRELAZAK PRVE FAZE SN MREŽE ELEKTRE BJELOVAR NA 20 KV POGONSKI NAPON

SAŽETAK

Nakon višegodišnjih pripremnih aktivnosti i kontinuiranog ulaganja u elektroenergetsku distribucijsku mrežu, Elektra Bjelovar je 12. rujna 2019. završila prelazak industrijske zone grada Bjelovara s 10 kV na 20 kV pogonski napon.

Posebnost u dosadašnjim iskustvima prelaska na 20 kV pogonski napon u HEP ODS-u, predstavlja činjenica da je Elektra Bjelovar prešla isključivo s kabelskom SN mrežom s 10 kV na 20 kV kojom se napajaju ključni industrijski korisnici s najvećim priključnim snagama.

U ovom radu su opisana praktična iskustva s pripremnim aktivnostima i prijelazom prve faze (etape B.1 i B.3) s 10 na 20 kV pogonski napon u ovom distribucijskom području.

Ključne riječi: prelazak na 20 kV, Elektra Bjelovar, srednjenaponska mreža, 20kV, etapa B.1 i B.3

THE FIRST STAGE OF TRANSITION OF ELEKTRA BJELOVAR MEDIUM VOLTAGE GRID TO 20 KV VOLTAGE LEVEL

SUMMARY

After years of preparatory activities and continuous investments into the electricity distribution network, on September 12, 2019 Elektra Bjelovar completed the transition from 10 kV to 20 kV operating voltage in the industrial zone of the Bjelovar city.

In this stage, the transition to 20 kV operating voltage has been enabled for solely cable medium voltage network which supplies key customers with highest connected loads, which represents special example regarding past experiences in HEP DSO.

This paper describes the experiences with preparation and transition from 10 kV to 20 kV voltage level in the first stage (phase B.1 and B.3) in this distribution area.

Key words: transition to 20 kV, Elektra Bjelovar, medium voltage grid, 20 kV, phase B.1 and B.3

1. UVOD

Elektra Bjelovar električnom energijom opskrbljuje preko 100.000 stanovnika (na cca 2.000 km²) s ukupnom godišnjom potrošnjom od cca 310 GWh te spada u srednje veliku Elektru po navedenim podacima. Distribucijsko područje Elektre Bjelovar napaja dva grada – Bjelovar i Križevce te 17 pripadnih općina na području Bjelovarsko-bilogorske, Koprivničko-križevačke županije i Zagrebačke županije. Elektra Bjelovar ustrojena je prema modelu 2 Pravilnika o organizaciji i sistematizaciji HEP – ODS-a te osim središta u Bjelovaru ima svoju Terensku jedinicu u Križevcima.

Na srednjenaponskoj razini električnom energijom se napaja 24 obračunskih mjesta dok ih je na niskonaponskoj razini cca 52 000.

Prelazak na 20 kV pogonski napon predstavlja strateški cilj razvoja SN mreže HEP – Operatora distribucijskog sustava d.o.o. zbog većih prijenosnih moći i manjih gubitaka energije u odnosu na 10 kV napon. Takav pristup razvoju mreže znači i postupno ukidanje 35 kV naponske razine čime bi postojeći četveronaponski sustav (110/35/10/0,4 kV) zamijenio tronaponski sustav (110/20/0,4 kV). Najvažnije prednosti tronaponskog sustava u odnosu na četveronaponski su:

- smanjeni broj transformacija,
- smanjenje gubitaka električne energije,
- povećanje prijenosne moći postojećih vodova,
- smanjena potreba za prostorom (manje lokacije za postrojenja i trasa za vodove),
- manji troškova održavanja postrojenja.

Velika prednost povećanja naponske razine zasigurno je mogućnost prijenosa većih snaga istim vodovima, što u gradskoj (pretežito kablskoj) mreži daje dodatnu prednost. Na taj način potrošačima s velikim priključnim snagama moguće je udovoljiti zahtjevu povećanja snage preko istih vodova bez prevelikih dodatnih aktivnosti što je od iznimne važnosti za područje koje ima veliki industrijski potencijal.

Također, posljedično zbog pripreme i opremanja mreže za pogonski napon 20 kV zamjenjuje se dotrajala oprema čime se dugoročno smanjuje trajanje i učestalost prekida isporuke električne energije.

Postupak prelaska na 20 kV obično je dugotrajan s obzirom na to da zahtijeva opsežne pripreme, dobro planiranje i velika financijska sredstva. 10 kV mrežu prije prelaska na 20 kV potrebno je opremiti opremom koja odgovara nazivnom naponu 20 kV. U trafostanicama prijenosnog omjera 10/0,4 kV potrebno je zamijeniti 10 kV-nu opremu, izmjeriti otpore uzemljenja te ih po potrebi rekonstruirati, dok je postojeće 10 kV kabele i izolatore potrebno zamijeniti s onima nazivnog napona 20 kV.

Osnova za pripremu mreže za prelazak na 20 kV je izrada osnovne podloge investicijske aktivnosti (OPIA) kojom započinje planiranje kapitalne investicije u sklopu koje se planira oprema koju je potrebno zamijeniti te daje tehno–ekonomsko obrazloženje i program ostvarenja kapitalne investicije. Prva izrađena osnovna podloga investicijske aktivnosti izrađena je u 2015. godini s prethodno imenovanim timom za realizaciju prelaska distribucijskog područja Elektre Bjelovar na 20 kV napon te je tim činom započeo angažman na pripremi mreže i postrojenja za prelazak na 20 kV. U sklopu pripreme, izrađen je i službeni dokument „Plan i program prelaska na 20 kV, prijelaz na 20 kV područja Mlinovac (zona 2) etapa B.1 i B.3“ u kojemu je razrađen opseg mreže obuhvaćen prvom etapom prelaska te nabrojane najvažnije aktivnosti za pripremu istog.

S obzirom kako u dosadašnjoj praksi Elektra Bjelovar nije imala iskustva s prelaskom na 20 kV te je postojala isključivo srednjenaponska 10 i 35 kV mreža, ova aktivnost zahtijevala je veliki angažman i detaljnu pripremu kako se tokom prelaska i pogona mreže na 20 kV naponu ne bi dogodili neželjeni problemi. Posebnost u dosadašnjim iskustvima prelaska na 20 kV napon u HEP ODS-u predstavlja činjenica da je Elektra Bjelovar u prvoj fazi prešla isključivo s kablskom SN mrežom kojom se napaja većina industrijskih potrošača.

Referatom se želi dati uvid u ključne aktivnosti u vremenskom kontekstu prilikom pripreme prelaska i samog prelaska prve faze na 20 kV.

2. ZONE PRELASKA NA 20 kV

Prelazak na 20 kV napon organiziran je sukladno rezultatima AHP metode u „Studiji razvoja distribucijske mreže Elektre Bjelovar u razdoblju 2013. – 2033. godine“ i podijeljen u zone.

Prema [1], najzahtjevniji dio AHP (eng. *Analytic Hierarchy Process*) metode je odabir kriterija i dodjela težinskih faktora tim kriterijima. Kriteriji koji se razmatraju u AHP metodi su sljedeći:

- 1) pokazatelji stanja mreže i postrojenja promatranih jedinica sustava
- 2) troškovi prijelaza na 20 kV naponsku razinu
- 3) sekundarni pokazatelji.

U kriterij 1) spada: pripremljenost promatrane jedinice sustava za prelazak na 20 kV naponsku razinu, iskorištenost promatrane jedinice mreže (relativno opterećenje vodova i transformatora), trend porasta potrošnje, kvaliteta električne energije (broj prekida i zadovoljstvo kupaca).

Pod kriterijem 2) najvažniji su: troškovi izgradnje ili rekonstrukcije TS 110/35(20) kV i TS 35/10 kV, troškovi izgradnje ili rekonstrukcije srednjenaponske mreže 10 kV, troškovi rekonstrukcije TS 10/0,4 kV i zamjene transformatora 10/0,4 kV.

Pod sekundarnim pokazateljima podrazumijevaju se pokazatelji kao što su: iskustvo s prelaskom na 20 kV naponsku razinu, veličina područja, mogućnost etapnog prijelaza, mogućnost sufinanciranja, postojanje 20 kV mreže u okruženju.

Da bi se AHP metoda uspješno primijenila bitno je ne izostaviti niti jedan relevantni kriterij, a istovremeno složenost analize zadržati na primjerenom razini. Prema tome, Elektra Bjelovar podijeljena je u smislene cjeline sličnih geografskih i tehničkih značajki jer će se u konačnici u takvim etapama vršiti prelazak na 20 kV napon.

Prema Studiji, prelazak na 20 kV naponsku razinu podijeljen je na ukupno 4 zone. Prva zona obuhvaća ruralno područje oko Grada Bjelovara napajano iz ukupno 6 trafostanica TS 35/10(20) kV. Zonom 2 obuhvaćeno je gradsko područje Bjelovara napajano iz 2 TS 35/10(20) kV i jedne TS 110/10(20) kV. Zona 3 obuhvaća gradsko područje Križevaca koje se napaja iz jedne TS 110/35/10 kV i jedne TS 35/10(20) kV. Posljednja zona predviđena za prelazak na 20 kV napon je u ruralnom području oko Grada Križevaca i ona se napaja iz 4 TS 35/10(20) kV.

Zonom 1 obuhvaćenom je ruralno područje oko Grada Bjelovara napajano iz:

- TS 35/10 kV Bulinac,
- TS 35/10 kV Veliki Grđevac,
- TS 35/10 kV Ivanska,
- TS 35/10(20) kV Predavac,
- TS 35/10 kV Mišulinovac,
- TS 35/10(20) kV Bjelovar 1 s vodnim poljima Gudovac, Ivanska, Kapela i Žabno.

Zona 2 obuhvaća gradsko područje Grada Bjelovara napajano iz:

- TS 35/10(20) kV Bjelovar 1 s vodnim poljima Lenjinovo naselje, Križevačka cesta, Stare Plavnice, Tehnika,
- TS 35/10(20) kV Bjelovar 3;
- TS 110/10(20) kV Mlinovac.

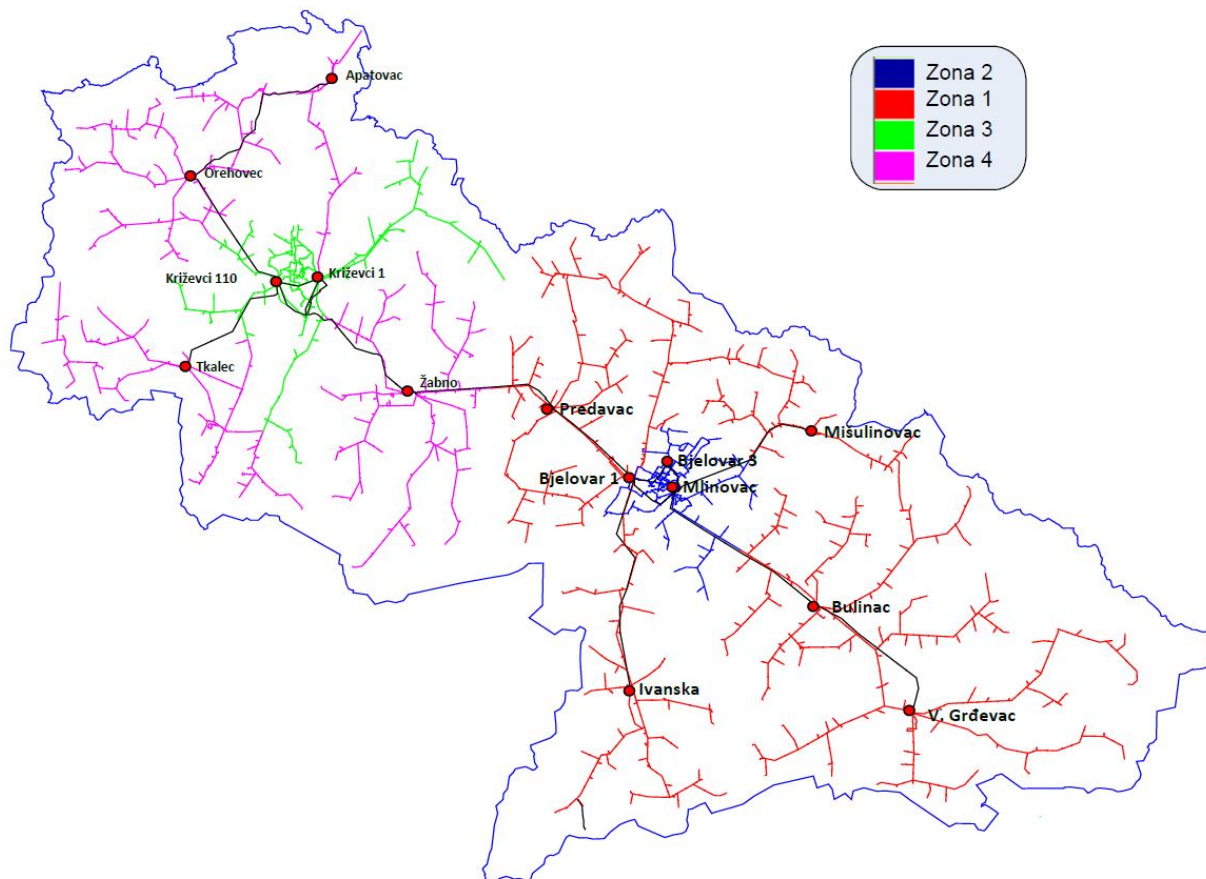
Zona 3 obuhvaćeno je gradsko područje grada Križevaca napajano iz:

- TS 110/35/10 kV Križevci,
- TS 35/10(20) kV Križevci 1.

Zonom 4 obuhvaća ruralno područje oko grada Križevaca napajano iz:

- TS 35/10 kV Tkalec,
- TS 35/10(20) kV Žabno,
- TS 35/10 Orehovec,
- TS 35/10(20) kV Apatovec.

Podjela Elektre Bjelovar na zone prelaska na 20 kV napon prikazana je na sljedećoj slici.



Slika 1. Zone Elektre Bjelovar za prelazak na 20 kV pogonski napon [1]

Sukladno rezultatima AHP metode Studijom razvoja, najprije je previđen prelazak Zone 2 (područje grada Bjelovara) na 20 kV naponsku razinu. Predmetno područje ujedno je i područje najbržeg rasta opterećenja – prema [1], 23% u narednih 20 godina.

Iako su gubici po izvodima relativno mali (između 1,03% i 1,12%), omjer koristi i troškova prema AHP metodi je izrazito povoljan zbog dobre pripremljenosti predmetnog područja za prelazak na 20 kV.

Prelaskom na 20 kV napon Zone 2, olakšava se prelazak Zone 1 na dosta velikom području, ruralnom području oko Grada Bjelovara. Prelazak Zone 3 i Zone 4 (gradsko i ruralno područje Grada Križevaca) očekuje se u kasnijem razdoblju zbog slabije opremljenosti mreže.

2.1. Podjela zone 2 na etape (faze)

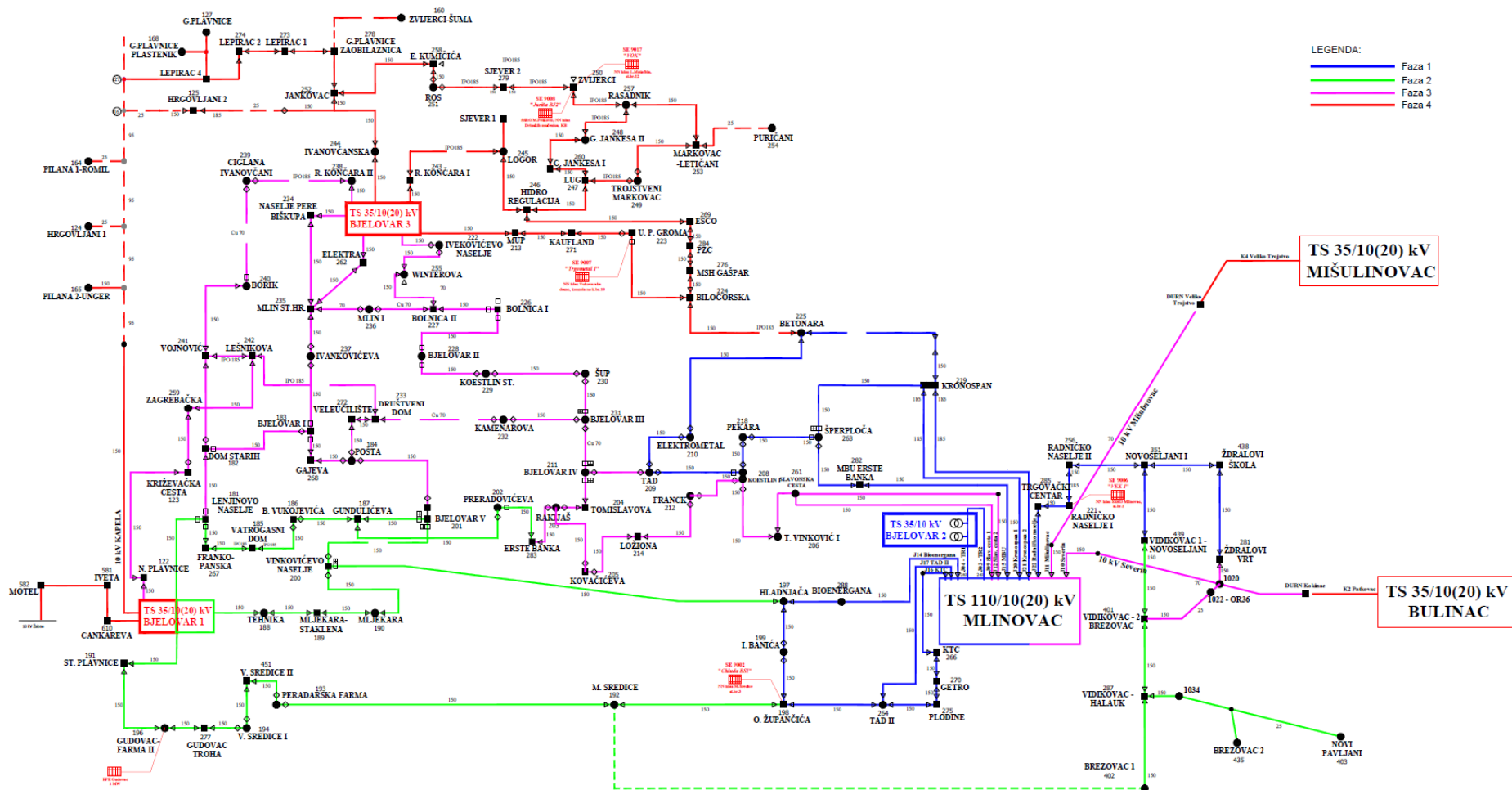
Zona 2 prelaziti će na 20 kV napon po etapama (fazama) s obzirom na konfiguraciju mreže, vodeći računa o spremnosti svakog elementa mreže i postrojenja, financijskim sredstvima za pripremu mreže kao i osiguranju rezervnog (n-1) svakog pojedinog dijela u slučaju izvanrednog pogona.

U prvoj i početnoj fazi prelaska na 20 kV napon Elektre Bjelovar odabrana je etapa B.1 i B.3 unutar Zone 2. Kao što je navedeno u uvodnom dijelu ovog referata, u ovom dijelu mreže napajaju se uglavnom industrijski potrošači preko kableske SN mreže. Točka napajanja je TS 110/10(20) kV Mlinovac koja je spremna za pogonski napon 20 kV s dva transformatora 110/10(20) kV po 20 MVA, opremljena s dvije sekcije sabirnice i sredjenaponskim sklopnim blokovima Končar, tip BVK 24. U ovoj fazi je na 20 kV prešla jedna sekcija sabirnice dok je druga ostala na 10 kV naponu.

Druga faza prelaska sastoji se od dijela izvoda iz TS 35/10(20) kV Bjelovar 1 s transformatorima 2x8 MVA također s pretežito kableskom SN mrežom duljine 23 km, te zračnim dalekovodom u duljini 1,5 km.

Treća faza Zone 2 uključuje prelazak i druge sekcije sabirnice TS 110/10(20) kV Mlinovac te bi se time u potpunosti ukinuo 10 kV napon u spomenutoj trafostanici. Za pripremu ovog dijela mreže osim gradske kableske, potrebno je pripremiti i dva zračna dalekovoda. Osim TS 110/10(20) kV Mlinovac, u ovoj fazi u planu je prelazak i dio izvoda iz TS 35/10(20) kV Bjelovar 3.

Posljednjom četvrtom fazom, na 20 kV napon u planu je prebaciti preostale izvode iz TS 35/10(20) kV Bjelovar 1 i TS 35/10(20) kV Bjelovar 3. Prelaskom četvrte faze, cjelokupna gradska SN mreža prešla bi na 20 kV pogonski napon.



Slika 2. Faze prelaska Zone 2 10 kV mreže Elektre Bjelovar na 20 kV napon

3. ETAPE B.1 I B.3 PRIJELAZA NA 20 kV

U etapi B.1 na 20 kV napon prebačena su četiri 10 kV vodna polja iz TS 110/10(20) kV Mlinovac sa sekcije sabirnica od J13 do J22 na kojima se nalazi 14 trafostanica 10(20)/0,4 kV napajanih preko 10,14 km kabelske mreže. Etapom B.3 prebačena su preostala 3 vodna polja 10 kV sa spomenute sekcije sabirnica na kojima se nalazi 8 trafostanica 10(20)/0,4 kV s dodatnih 4,1 km kabelske mreže.

Tablica I. Popis vodnih polja s osnovnim podacima u etapi B.1

Redni broj	Vodno polje	Naziv vodnog polja	Broj TS 20/0,4 kV (kom.)	Instalirana snaga TR (kVA)	Duljina vodova (m)		
					DV	KB	UKUPNO
1.	=J22	Radničko naselje	7	2.330	0	4.450	4.450
2.	=J15	MBU	4	1.100	0	1.849	1.849
3.	=J20	Kronospan 1	1	8.000	0	900	900
4.	=J21	Kronospan 2	2	650	0	2.945	2.945
Ukupno:			14	12.080	0	10.144	10.144

Tablica II. Popis vodnih polja s osnovnim podacima u etapi B.3

Redni broj	Vodno polje	Naziv vodnog polja	Broj TS 20/0,4 kV (kom.)	Instalirana snaga TR (kVA)	Duljina vodova (m)		
					DV	KB	UKUPNO
5.	=J16	KTC	3	1.890	0	550	550
6.	=J17	TAD 2	2	880	0	1.337	1.337
7.	=J14	Bioenergana	3	660	0	2.214	2.214
Ukupno:			8	3.430	0	4.101	4.101

3.1. Prilagodba opreme po vodnim poljima prije prelaska na 20 kV

Kako bi se uopće moglo početi s planiranjem prelaska na 20 kV, nužno je bilo svu opremu u SN 10 kV mreži prilagoditi na 20 kV napon. Iako se u zadnjih 30-ak godina polažu SN kabeli tipa XHP 48-A, a u zadnje vrijeme XHE 49-A koji imaju konstrukcijski napon 20 kV, bilo je i dionica na kojima su se nalazili i stari uljni kabeli tipa IPO bez mogućnosti prihvata 20 kV napona. Takvi kabeli su u sklopu plana investicija usmjerenih i na pripremu mreže za prelazak na 20 kV zamijenjeni tijekom četverogodišnjeg razdoblja. Proces zamjene kabela je zapravo i najkompleksniji jer zahtijeva dosta vremena prilikom ishoda građevinske dozvole zbog raznih poteškoća koje mogu nastati (npr. rješavanje imovinsko – pravnih odnosa). Ukupno je na području etape B.1 i B.3 zamijenjeno 14 SN kabela.

U trafostanicama 10(20)/0,4 kV bilo je potrebno zamijeniti sve distributivne transformatore nepreklopive na 20 kV te svu preostalu opremu u TS. U većini slučajeva ugrađivani su srednjenaponski sklopni blokovi izolirani SF₆ plinom.

U sljedećoj tablici prikazane su najvažnije investicijske aktivnosti usmjerene na prilagodbu SN mreže i postrojenja za prihvata 20 kV napona.

Tablica III. Detalji zamjene SN opreme za etapu B.3

Redni broj	Naziv objekta planiranog za izgradnju	Tehnički elaborat	Idejni projekt	Lok. dozvola	Glavni projekt	Imovin.-pravni odnosi	Građevinska dozvola
1.	Rekonstrukcija TS Hladnjača opremom 20 kV	10/2017	-	-	-	-	-
2.	Rekonstrukcija TS I.Baniča opremom 20 kV	08/2017	-	-	-	-	-
3.	Rekonstrukcija TS TAD 2 opremom 20 kV	10/2017	-	-	-	-	-

Tablica IV. Detalji zamjene SN opreme za etapu B.1

Redni broj	Naziv objekta planiranog za izgradnju	Tehnički elaborat	Idejno rješenje	Lok. dozvola	Glavni projekt	Imovin.-pravni odnosi	Građevinska dozvola
1	Rekonstrukcija TS Koestlin 1 opremom 20 kV i ugradnja DU SN bloka	03/2016	-	-	-	-	-
2	Rekonstrukcija TS TAD opremom 20 kV	09/2016	-	-	-	-	-
3	Rekonstrukcija TS Franck opremom 20 kV	09/2015	-	-	-	-	-
4	Rekonstrukcija TS Bjelovar IV opremom 20 kV i ugradnja DU SN bloka	09/2015	-	-	-	-	-
5	Rekonstrukcija TS Pekara opremom 20 kV	09/2015	-	-	-	-	-
6	Rekonstrukcija TS Elektrometal opremom 20 kV	07/2017	-	-	-	-	-
7	Rekonstrukcija TS Česma 1 opremom 20 kV	04/2015	-	-	-	-	-
8	Rekonstrukcija TS Ljevaonica 2 opremom 20 kV	11/2017	-	-	-	-	-
9	Rekonstrukcija TS Betonara opremom 20 kV	09/2017	-	-	-	-	-
10	Rekonstrukcija TS Šperploča opremom 20 kV	02/2018	-	-	-	-	-
11	Rekonstrukcija TS Tomo Vinković opremom 20 kV	10/2018	-	-	-	-	-
12	Rekonstrukcija kabela TS Mlinovac - TS Kronospan	03/2016	12/2016	-	10/2017	10/2017	02/2018
13	Rekonstrukcija kabela TS Kronospan - TS Betonara	03/2016	12/2016	-	04/2018	04/2018	10/2018
14	Rekonstrukcija kabela TS Tomislavova - TS Bjelovar 4	09/2016	11/2016	-	04/2017	10/2017	02/2018
15	Rekonstrukcija kabela TS Bjelovar 4 - TS TAD	09/2016	11/2016	-	04/2017	10/2017	02/2018
16	Rekonstrukcija kabela TS Tomislavova - TS Rakijaš	09/2016	11/2016	-	04/2017	10/2017	02/2018
17	Rekonstrukcija kabela TS Rakijaš - TS Kovačičeva	06/2017	07/2017	-	02/2018	03/2018	05/2018
18	Rekonstrukcija kabela TS T. Vinković - TS Koestlin 1	07/2016	-	-	-	-	-
19	Rekonstrukcija kabela TS Franck - TS Koestlin 1	07/2016	08/2016	-	12/2016	09/2017	10/2017

3.2. Ispitivanje kabela i pregled spremnosti trafostanica 10(20)/0,4 kV za prelazak na 20 kV

Osim nabrojane rekonstrukcije po vodnim poljima navedene u prethodnoj točki, naponski su ispitane sve kabelaške dionice i pregledane sve trafostanice 10(20)/0,4 kV kako bi se utvrdila spremnost za prelazak na 20 kV napon.

Za sve kabelaške dionice obuhvaćene prelaskom izvršeno je naponsko ispitivanje plašta kabela te ispitivanje kabela izmjeničnim naponom vrlo niske frekvencije. Za svako ispitivanje izrađen je ispitni protokol o mjerenjima svake pojedine kabelaške dionice.

Također je za svaku trafostanicu 10(20)/0,4 kV izvršen pregled i izrađen izvještaj o pregledu spremnosti prelaska na 20 kV. Pregledom su se provjerili tipovi dolaznih SN vodova, tip SN bloka, podaci o transformatoru i izmjeren otpor združenog uzemljenja.

3.2. Prilagodba opreme i predradnje u pojnoj točki TS 110/10(20) kV Mlinovac

Točka napajanja odabrane prve etape prelaska B.1 i B.3 je TS 110/10(20) kV Mlinovac koja je rekonstruirana 2007. godine i opremljena sredjenaponskim blokovima proizvodnje Končar, tip BVK 24. Na 20 kV napon prešla je sekcija sabirnica 2 s vodnim poljima od J13 do J22.

U ovoj fazi priprema zamijenjen je redosljed vodnih polja J09 – Slavonska cesta 1 i J14 – Bioenergana jer vodno polje J09 nije bilo obuhvaćeno ovom fazom prelaska. Naime, na ovom vodnom polju nalazi se kupac električne energije s obračunskim mjerenjem na srednjem naponu koji nije prilagodio svoje postrojenje i opremu za prihvata 20 kV napona zbog čega je ovo vodno polje izuzeto s prve faze prelaska iako je prethodno bilo planirano.

Budući da su u TS 110/10(20) kV Mlinovac oba transformatora bila preklapljeni na transformaciju 110/10 kV, transformator T2 prespojen je na transformaciju 110/20 kV. Nakon prespajanja provedeno je mjerenje napona na sekundarnoj strani u praznom hodu te parametriranje i ispitivanje automatskog regulatora napona.

Neutralna točka transformatora uzemljena je preko otpornika s ograničavanjem struje kratkog spoja na 150 A, te je u tu svrhu prespojen maloohmski otpornik za 20 kV napon, odnosno na 80 Ω. Izvršena je zamjena odvodnika prenapona na transformatoru T2 odgovarajućim za 20 kV napon,

prespojene sekundarne grane naponskih transformatora na 20 kV a primarne jezgre strujnih transformatora u mjernom polju J13 na manji prijenosni omjer.

Na sekciju sabirnica 2 obuhvaćenom prelaskom na 20 kV dograđena je ćelija kućnog transformatora i ugrađen novi kućni transformator za tu sekciju.

3.3. Prilagodba opreme i predradnje u TS 35/10(20) kV Bjelovar 2

TS 35/10(20) kV Bjelovar 2 do prelaska prve faze Elektre Bjelovar na 20 kV služila je kao rasklopište na 35 kV naponu. Međutim, u fazi pripreme prelaska bilo je nužno osigurati rezervno napajanje na 20 kV naponu u slučaju ispada transformatora T2 u TS 110/10(20) kV Mlinovac.

TS 35/10(20) kV Bjelovar 2 i TS 110/10(20) kV Mlinovac povezani su 10(20) kV kabelskom vezom te ona može služiti kao rezervno napajanje sekcije sabirnice 2 u TS 110/10(20) kV Mlinovac. Ugrađena su dva nova transformatora 35/10(20) kV po 8 MVA budući da su postojeći bili starije proizvodnje bez mogućnosti preklapanja na 20 kV napon. Transformatori su ugrađeni na drugu poziciju u odnosu na postojeće zbog čega su položeni i spojeni novi 20 kV kabeli XHE 49-A 240 mm² od sekundara transformatora u TS 35/10(20) kV Bjelovar 2 do ćelija J3 i J4 u TS 110/10(20) kV Mlinovac. Radi nove pozicije transformatora, položeni su i spojeni novi 35 kV kabeli od primara transformatora do ćelija H3 i H4 u TS 35/10(20) kV Bjelovar 2.

3.4. Prilagodba opreme i predradnje u TS 10(20)/0,4 kV i RP 10(20) kV kod kupaca sa obračunskim mjerenjem na srednjem naponu

U trafostanicama i rasklopištima koje napajaju kupce s obračunskim mjerenjem na srednjem naponu, a u potpunom su ili djelomičnom vlasništvu HEP-a prilagođena je mjerna oprema za 20 kV napon. Prespojene su sekundarne grane naponskih transformatora za 20 kV napon i prespojene primarne jezgre strujnih transformatora na manji prijenosni omjer.

U rasklopištu 10(20) kV Kronospan ugrađena je mjerna ćelija s odgovarajućim strujnim i naponskim mjernim transformatorima, prvenstveno zbog povećanja snage kupca na mjernom mjestu, a samim time i ugradnje opreme za 20 kV napon. Kućna potrošnja u ovom rasklopištu namiruje se iz energetskog polja odnosno preko energetskog naponskog transformatora 10/0,23 kV, te je u sklopu radova bilo potrebno zamijeniti navedeni transformator izvedbom za 20 kV.

Provjerena su ožičenja i provedena ispitivanja obračunskog mjerenja te ispravljani podaci zbog promjena na naponskim i strujnim transformatorima. U dvije trafostanice parametrisana je i ispitana relejna zaštita transformatora te u jednoj dodatno i zaštita polja za odvajanje. U dva rasklopišta parametrisani su uređaji za mjerenje kvalitete električne energije.

Nabrojani pripremni radovi u ovoj točki usuglašeni su i odrađeni s prethodnim dogovorom s kupcima za vrijeme procesa prelaska na 20 kV napon, odnosno za vrijeme isključenja vodnih polja na kojima se kupci nalaze. Valja naglasiti kako je u samoj fazi planiranja prelaska dogovoreno s kupcima kako će obaviti sve potrebne pripremne radnje i prilagoditi opremu u njihovom vlasništvu prije prelaska na 20 kV.

3.5. Mjerenje otpora združenog uzemljenja u trafostanicama 10(20)/0,4 kV

Provjereni su otpori združenog uzemljenja u trafostanicama 10(20)/0,4 kV koji su u prvoj fazi prešli na 20 kV. Provjera je izvršena prema Pravilniku o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica (NN 55/96) za osnovno uklopno stanje napajanja iz TS 110/10(20) kV Mlinovac kojoj je neutralna točka uzemljena preko malog otpora i za pričuvno uklopno stanje napajanja iz TS 35/10(20) kV Bjelovar 2 s izoliranom neutralnom točkom. Izračunom je dobiveno kako otpor uzemljenja za osnovno uklopno stanje mora zadovoljiti uvjet $R_{zdr} = 1,395 \Omega$, dok za pričuvno uklopno stanje $R_{zdr} = 1,081 \Omega$.

Nakon mjerenja otpora združenog uzemljenja u trafostanicama ustanovljeno je kako su sve izmjerene vrijednosti unutar dozvoljenih granica za oba slučaja.

4. PRELAZAK ETAPE B.1 I B.3 NA 20 kV

Osim pripremnih radnji i prilagodbe opreme, potrebno je bilo i operativno organizirati dinamiku prelaska. U proces prelaska uključeno je bilo 7 grupa od dvoje ili troje ljudi u suradnji sa dispečerskim centrom. Dispečer je koordinirao radovima te nakon dobivanja obavijesti o završetku radova i predavanja dopusnica za rad prenosio manevre grupama kojima se uključivao 20 kV napon u trafostanice.

Proces prelaska odvijao se postupno u vremenskom razdoblju od 3 dana, od 10.9. do 12.9.2019. Započeo je prethodnim prebacivanjem svih vodnih polja iz tablice II. sa sekcije 2 u TS 110/10(20) kV Mlinovac na alternativno napajanje u SN mreži izuzev vodnih polja J20 Kronospan 1 i J21 Kronospan 2 preko kojih se napaja isključivo kupac na srednjem naponu, u koordinaciji dispečera i stalne pogonske službe i u dogovoru s korisnicima mreže. Na transformatoru T2 110/20 kV u TS 110/10(20) kV Mlinovac podešena je i ispitana zaštita i automatska regulacija napona te je transformator uključen u prazni hod.

U prvom danu prelaska slijedilo je isključenje tvornice Kronospan u RP 10(20) kV Kronospan, isključenje sekcije sabirnica 2 sa 10 kV napona u TS 110/10(20) kV Mlinovac i prilagodba mjerne opreme za 20 kV napon. Nakon završetka radova na prilagodbi mjerne opreme te ispitivanjem svih funkcionalnosti pristupilo se priključenju sekcije sabirnica 2 na 20 kV napon. Provjerena su naponska stanja i na 20 kV prebačena vodna polja J20 Kronospan 1 i J21 Kronospan 2.

Idući dan pristupilo se prebacivanju dva vodna polja na 20 kV, J15 MBU i J22 Radničko naselje a zadnji dan na 20 kV prebačena su vodna polja J14 Bioenergana, J16 KTC te J17 TAD 2. Dinamika radova je bila sljedeća:

- 1) isključenje vodnih polja sa 10 kV napona
- 2) isključenje svih transformatora 10/0,4 kV sa SN strane
- 3) isključenje niskog napona u svim trafostanicama
- 4) uzemljenje svih transformatora radi prebacivanja preklopke na 20 kV
- 5) izdavanje dopusnica za rad
- 6) uključivanje vodnih polja na 20 kV napon u praznom hodu i provjera ispravnosti kabela
- 7) prilagodba mjerne opreme kod kupaca na SN, zatim uključivanje mjernog polja i provjera obračunskog mjerenja
- 8) prebacivanje preklopke transformatora na 20 kV napon, podešenje relejne zaštite transformatora, promjena shuntova ili zamjena SN osigurača na trafo poljima
- 9) predaja obavijesti o završetku radova
- 10) uklanjanje uzemljivača sa transformatora
- 11) uključivanje svih transformatora 20/0,4 kV na SN strani
- 12) provjera napona na NN strani u praznom hodu; po potrebi usklađenje regulacijske preklopke
- 13) uključivanje niskog napona.

U slučaju kupaca na SN strani nakon završetka radova na prilagodbi mjerne opreme, uključena su polja za odvajanje nakon čega su ovlašteni uklopničari kupaca uključivali redom svoje postrojenje na 20 kV.

4.1. Podešenje zaštite transformatora

Podešenje zaštite transformatora 10(20)/0,4 kV mora biti selektivno sa zaštitom vodnih polja i NN osiguračima kako bi kvar utjecao na što manji dio mreže. Podešenje zaštite prilagođeno je nazivnoj snazi transformatora 20/0,4 kV koje štiti od preopterećenja i kratkih spojeva na primarnoj strani. Zaštita transformatora 20/0,4 kV izvedena je statičkim samonapajajućim relejem, shantom ili osiguračima na SN strani.

Samonapajajući releji u distributivnim trafostanicama podešavaju se pomoći binarnih tj. DIP sklopki („jumpera“) tako što se određenom binarnom kombinacijom 32 sklopki dobiva željeno podešenje. Kako bi se podešenje obavilo u što kraćem roku, izrađeni su predlošci za brzo podešenje za sve nazivne snage transformatora.

Za trafostanice sa zaštitom izvedenom shantom ili osiguračima, prethodno je određena vrijednost koja se ugrađuje ovisno o nazivnoj snazi transformatora.

5. ZAKLJUČAK

Prelazak na 20 kV napon složen je poduhvat koji zahtijeva kvalitetno planiranje, dugogodišnje opsežne pripreme ponajviše na zamjeni i prilagođavanju opreme te samim time i velika financijska sredstva. S obzirom da prelazak na 20 kV predstavlja jedan od strateških ciljeva razvoja SN mreže HEP ODS-a, tako je i mreža Elektre Bjelovar tokom višegodišnjeg razdoblja pripremana za ovaj važan proces. Navedene su tehničke i operativne radnje na koje je potrebno skrenuti pažnju i koje je potrebno izvršiti kako bi proces prelaska prošao bez problema i neželjenih posljedica. Problema prilikom prelaska nije bilo, zahvaljujući kvalitetnoj pripremi, angažmanu svih djelatnika uključenih u prelazak prve faze SN mreže Elektre Bjelovar kao i dobroj koordinaciji tijekom procesa prelaska. Uspjeh je time veći zbog činjenice da je na 20 kV prešla isključivo kabelska mreža. Valja naglasiti i dobru suradnju na pripremi i provedbi prelaska postrojenja kupaca s obračunskim mjerenjem na srednjem naponu, s obzirom na to da su prvom fazom prelaska obuhvaćeni kupci s najvećim priključnim snagama.

Uspješno odrađenom prvom fazom prelaska stvoreni su preduvjeti za daljnje prebacivanje SN mreže Elektre Bjelovar, gradskog područja Grada Bjelovara s 10 na 20 kV. Nastavljaju se pripreme i aktivnosti vezane za prelazak druge faze na 20 kV s planiranim terminom prelaska sredinom 2020. godine.

6. LITERATURA

- [1] "Razvoj distribucijske mreže Elektre Bjelovar u razdoblju 2013.-2033. godine", Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, listopad 2013.
- [2] Tehnička dokumentacija Elektre Bjelovar, prelazak na 20 kV – ZONA 2
- [3] R. Dimnjaković, Ž. Mikež, "Prijelaz pogona Samobor na 20 kV naponsku razinu – iskustva i izazovi", 5.(11.) savjetovanje HO-CIRED, Osijek, svibanj 2016., S01-28
- [4] M. Kolarik, D. Jakovčić, D. Gržinić, S. Jergović, „Zamjena 110/20 kV transformatora te prelazak mreže Rovinja na 20 kV naponsku razinu“, 11. simpozij o sustavu vođenja EES-a HRO-CIGRE, Opatija, studeni 2014., C6-01