

Marko Ivančić, mag.ing.el.
HEP-ODS d.o.o. – Elektroprimorje Rijeka
Marko.ivancic@hep.hr

Igor Volarić, dipl.ing.el.
HEP-ODS d.o.o. – Elektroprimorje Rijeka
Igor.volaric@hep.hr

PLANIRANJE OPERATIVNOG PRIJELAZA DIJELA SREDNJENAPONSKE MREŽE GRADA RIJEKE S 10 KV NA 20 KV NAPONSKI NIVO

SAŽETAK

Plan prijelaza srednjenaponske mreže grada Rijeke na 20 kV naponski nivo zbog svojih specifičnosti koje uključuju veličinu same srednjenaponske mreže, broj napojnih transformatorskih stanica 110/10(20) kV kao i uzajamne veze između istih, broj distributivnih transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV, te karakter korisnika koji su obuhvaćeni prijelazom, zahtijevao je da se isti podijeli u više faza.

Svaka pojedina faza je razmatrana kao samostalna cjelina na način da bude što manje ovisna o narednoj fazi iako se međusobna ovisnost između pojedinih cjelina nije mogla u potpunosti izbjeći s obzirom da je srednjenaponska mreža složenog i zamkastog oblika.

U predmetnom referatu biti će prikazana iskustva i analize rezultata u planiranju i provedbi operativnog prijelaza tijekom dvije faze prijelaz na 20 kV naponski nivo srednjenaponske mreže grada Rijeke. Cilj je analizirati dosadašnje rezultate radi unaprijeđenja budućih radova u sljedećim fazama prijelaza s naglaskom na specifične slučajeve i događaje.

Ključne riječi: specifičnosti srednjenaponske mreže, faze prijelaza, iskustva i analiza rezultata

PLANNING THE OPERATIONAL TRANSITION OF THE MEDIUM VOLTAGE NETWORK CITY OF RIJEKA FROM 10 KV TO 20 KV VOLTAGE LEVEL

SUMMARY

The plan for transition of the medium voltage network city of Rijeka to 20 kV voltage level is divided into several phases due to specifics (size of the medium voltage network, number of power transformer stations 110/10(20) kV and connections between them, number of distribution transformer stations 10(20)/0,4 kV and consumer specificity).

Each phase was considered as an independent entity to be less dependent on the next phase. Although the dependence between individual phase could not be completely avoided considering that the medium voltage network has complex shape.

The paper presents the experiences in the planning and implementation of the plan during the two phases of transition to 20 kV voltage level of the medium voltage network city of Rijeka. The goal is to analyze the results so far in order to improve future work in the next phases of the transition.

Key words: specificities of the medium voltage network, transition phases, experience and analysis of the results

1. UVOD

Prijelaz srednjenaponske mreže na 20 kV naponski nivo odnosno prijelaz s 110/35/10 kV sustava na 110/20 kV sustav predstavlja prijelaz s postojeće, relativno dobro razvijene srednjenaponske mreže 35 kV i 10 kV naponske razine na novo naponsko stupnjevanje, pri čemu je navedeno, kvalitetnije rješenje samo ako se provodi postupno odnosno ako slijedi prirodno odumiranje postojeće 35 kV i 10 kV srednjenaponske mreže.

Tijekom 60-ih godina 20. stoljeća u svijetu, a u Hrvatskoj tijekom 70-ih godina 20. stoljeća, su počela intenzivna istraživanja na području prijelaza na sustav 110/20 kV pri čemu su ista pokazala znatne prednosti predmetnog sustava u promatranim godinama [1]. Na temelju istraživanja, te na temelju stručnih radova, tvrtke za distribuciju električne energije u Hrvatskoj su krajem 70-ih godina i početkom 80-ih godina donijele strateške odluke o prijelazu srednjenaponske mreže na 20 kV naponski nivo pri čemu se počinje sustavno i intenzivnije ugrađivati oprema tipizirana za 20 kV naponski nivo (10(20) kV vodovi, 10(20) kV postrojenja, preklopivi ili prespojivi transformatori 10(20)/0,4 kV). U narednim godinama pojedina područja Hrvatske razvijaju se različitim dinamikom, imaju srednjenaponske mreže različite iskorištenosti i spremnosti za prijelaz na 20 kV naponski nivo, te različite trendove porasta opterećenja i potrošnje električne energije.

Od 2013. godine pokrenute su značajnije aktivnosti na razini cijelog HEP ODS-a u smjeru poticanja i razvoja srednjenaponske mreže na 20 kV naponskom nivou uvođenjem zasebnog investicijskog programa pod nazivom „Prijelaz SN mreže na 20 kV naponski nivo – završna faza“. Predmetnim investicijskim programom nastoje se osigurati financijska sredstva za završnu fazu preostalih nužnih ulaganja potrebnih za prijelaz srednjenaponske mreže pojedinog distribucijskog područja na 20 kV naponski nivo. Do 2023. godine u HEP ODS-u su uloženi znatni napor za uvođenje 20 kV napona, ali ne podjednako u svim distribucijskim područjima. Prema posljednjim podacima s kraja 2021. godine razina uvedenosti 20 kV napona u srednjenaponsku mrežu HEP ODS-a je oko 30%, a među najboljim distribucijskim područjima se ističu Elektra Sisak s 100% udjelom, Elektroprimorje Rijeka s više od 80% udjela, te Elektroistra i Elektra Zagreb s 50% udjela 20 kV napona u srednjenaponskoj mreži [2].

Perspektiva planiranja uvođenja 20 kV napona u srednjenaponsku mrežu nije upitan ni u današnje vrijeme s obzirom da se može promatrati kroz razvojni instrument, te kroz instrument za optimiranje rada srednjenaponske mreže, pri čemu su najvažniji pozitivni učinci istih:

- povećanje prijenosne moći vodova
- smanjenje potrebe za izgradnjom novih vodova
- smanjenje tehničkih gubitaka
- smanjenje padova napona
- smanjenje broja napojnih transformatorskih stanica
- povećanje pouzdanosti i kvalitete napajanja
- manja financijska ulaganja u održavanje

Iz navedenih prednosti, prijelaz srednjenaponske mreže na 20 kV naponski nivo predstavlja jedan od najvažnijih strateških ciljeva HEP ODS-a u daljnjem razdoblju razvoja. Prema desetogodišnjem (2022. – 2031.) planu razvoj srednjenaponske mreže HEP ODS-a procjenjuje se da bi se do kraja planskog razdoblja mogao ostvariti pogon na 20 kV naponskoj razini za dodatnih oko 9.000 transformatorskih stanica i oko 11.000 km vodova [2].

2. ELEKTROPRIMORJE RIJEKA

Na temelju studija [3] dugoročnog energetskog razvoja uvođenja 20 kV napona u srednjenaponsku mrežu, Elektroprimorje Rijeka je tijekom 70-ih godina 20. stoljeća donijelo stratešku odluku o ugradnji električne opreme sa izolacijom za napon 24 kV, te je započelo s planiranjem i izgradnjom srednjenaponske mreže na 20 kV naponskom nivou.

Tijekom niza godina od 80-ih godina 20. stoljeća do 2018. godine na 20 kV naponski nivo su redom prešle srednjenaponske mreže Gorskog kotara (TJ Skrad), otoka Raba (TJ Rab), Opatije (TJ Opatija), Crikvenice (TJ Crikvenica), otoka Krka (TJ Krk), te otoka Cresa i otoka Lošinja (TJ Cres – Lošinj). Dio srednjenaponske mreže otoka Lošinja, a koji uključuje otoke lošinjskog arhipelaga (Male i Vele Srakane, Susak i Unije), je zbog svoje geografske specifičnosti ostao na 10 kV naponskom nivou pri čemu je napajanje realizirano transformacijom 35/10 kV.



Slika 1. Trenutno stanje srednjenaponske mreže DP-a Elektroprimorje Rijeka

Uvođenje 20 kV napona u srednjenaponsku mrežu sjedišta DP-a (odnosno grada Rijeke) u prvoj fazi je realizirano u prstenu (prigradu) grada Rijeke, pri čemu je u razdoblju od 2014. – 2018. godine na 20 kV naponski nivo prešlo pet transformatorskih stanica 35/20 kV (s ukupnim konzumom od 297 transformatorskih stanica 20/0,4 kV).

Usporedno s pripremom srednjenaponske mreže prstena (prigrada) grada Rijeke za prijelaz na 20 kV naponski nivo počelo se planski raditi i na prijelazu na 20 kV naponski nivo srednjenaponske mreže Grada Rijeke pri čemu je ključan preduvjet bila realizacija Programa Rijeka koji predstavlja program cjelovite obnove, modernizacije i jačanja distribucijske i prijenosne mreže Grada Rijeke. Programom Rijeka (koji je započeo 2001. godine) je realizirana izgradnja napojnih transformatorskih stanica s prijenosnim omjermom 110/10(20) kV s pripadajućim 10(20) kV raspletom vodova odnosno TS 110/10(20) kV Sušak, TS 110/10(20) kV Turnić, TS 110/35/10(20) kV Rijeka i TS 110/20 kV Zamet.

Posljedično ovisno s Programom Rijeka kroz zaseban investicijski program pristupilo se zahvatima u postojećoj srednjenaponskoj mreži Grada Rijeke, a primarno se odnosilo na zamjene nepreklopivih/neprespojivih 10/0,4 kV transformatora, srednjenaponskih postrojenja neodgovarajućeg najvišeg napona opreme, srednjenaponskih kabela neodgovarajuće izolacijske razine, te izolatora, rastavljača i druge opreme na srednjenaponskim nadzemnim vodovima.

3. PLANIRANJE OPERATIVNOG PRIJELAZA SREDNJENAPONSKE MREŽE NA 20 kV NAPONSKI NIVO

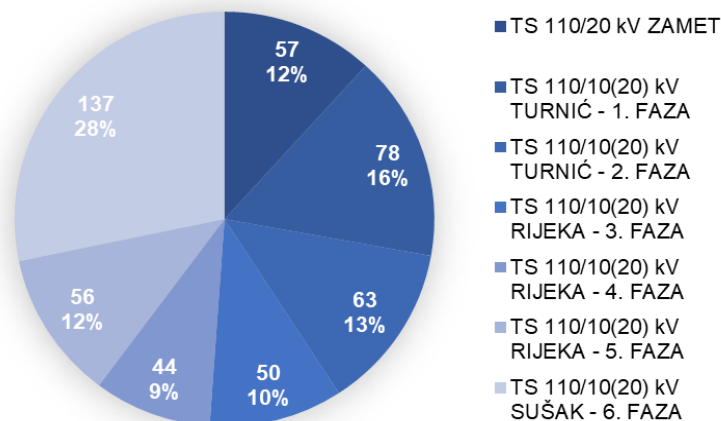
Prijelaz preostale srednjenaponske 10 kV mreže na području Grada Rijeke na 20 kV naponsku razinu je dugogodišnji posao koji planirano završava u trogodišnjem razdoblju 2020. – 2023. godine, a zbog svoje specifičnosti i složenosti planski je podijeljen u šest faza (uvođenje 20 kV napona je planirano od zapadnog dijela grada prema istočnom dijelu grada):

- TS 110/10(20) kV Turnić – faza 1 i 2
- TS 110/10(20) kV Rijeka – faza 3, 4 i 5
- TS 110/10(20) kV Sušak – faza 6



Slika 2. Prostorni prikaz faza prijelaza srednjenaponske mreže Grada Rijeke na 20 kV naponski nivo

U 2021. godini je na 20 kV naponski nivo prešla srednjenaponska mreža na području TS 110/20 kV Zamet (obuhvaća 93 transformatorske stanice 20/0,4 kV) budući da je predmetna transformatorska stanica izgrađena s izravnom transformacijom 110/20 kV. Tijekom 2022. godine je realizirana faza 1 prijelaza pri čemu je na 20 kV naponski nivo prešao dio srednjenaponske mreže na području TS 110/10(20) kV Turnić (obuhvaćeno 78 transformatorskih stanica 20/0,4 kV). U nastavku je planiran prijelaz na 20 kV naponski nivo ostatka srednjenaponske mreže na području TS 110/10(20) kV Turnić (faza 2 obuhvaća 63 transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV). Svakako poseban izazov će biti osiguranje napajanja industrijskih 10 kV mreža brodogradilišta 3. maj i Lučke uprave Rijeka koje su se povijesno samostalno razvijale na velikom obalnom dijelu grada. Prijelaz na 20 kV naponski nivo srednjenaponske mreže TS 110/10(20) kV Rijeka planiran je u tri faze pri čemu je fazom 3 (obuhvaća 50 transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV) i fazom 4 (obuhvaća 44 transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV) obuhvaćen zapadni i središnji dio grada Rijeke, dok je fazom 5 (obuhvaća 56 transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV) obuhvaćen središnji dio grada Rijeke uključujući njegov strogi centar. Prijelaz na 20 kV naponski nivo istočnog dijela grada Rijeke odnosno srednjenaponske mreže TS 110/10(20) kV Sušak planiran je u fazi 6 (obuhvaćeno 137 transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV) pri čemu će poseban izazov biti prijelaz industrijske 10(20) kV mreže brodogradilišta Viktor Lenac.

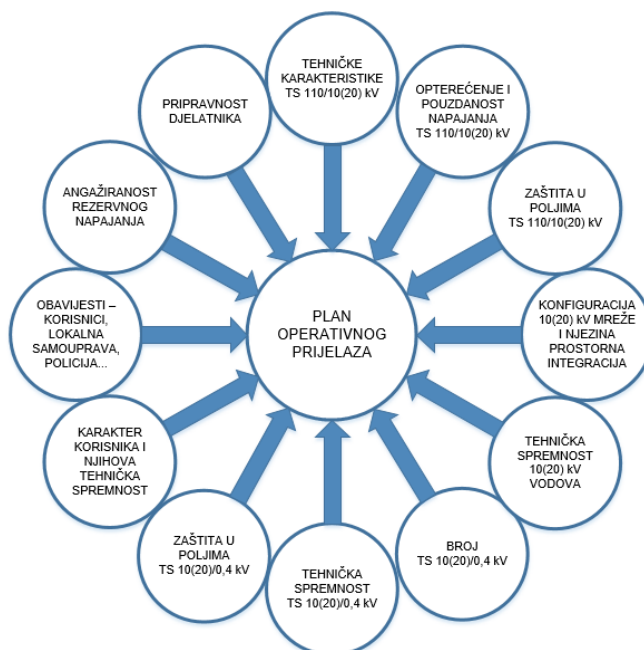


Slika 3. Prikaz broja TS 10(20)/0,4 kV obuhvaćenih pojedinom fazom prijelaza na 20 kV naponski nivo

U daljnjem dijelu biti će prikazana razrada plana operativnog prijelaza na 20 kV naponski nivo sredjenaponske mreže na području TS 110/20 kV Zamet i TS 110/10(20) kV Turnić (faza 1).

3.1. Ulazni parametri

Izrada plana operativnog prijelaza sredjenaponske mreže s 10 kV na 20 kV naponsku razinu uvjetovana je ulaznim parametrima, a što je njihova brojnost veća i što su oni složeniji to je i sam plan operativnog prijelaza kompleksniji.



Slika 4. Ulazni parametri za izradu operativnog plana

Svakako je cilj prilikom izrade plana da budu obuhvaćeni svi mogući parametri, ali i rizici, kako se prilikom provođenja istog ne bi dogodili izazovi koje nismo predvidjeli i na koje nećemo imati utjecaj (vrlo važan aspekt izrade plana je i potrebito iskustvo koje se jednostavno mora steći).

3.1.1. Tehničke karakteristike transformatorske stanice 110/10(20) kV

Budući da je napojna transformatorska stanica 110/10(20) kV (svako može to biti i 35/10(20) kV) početni i osnovni element sredjenaponske mreže (odnosno izvor napajanja) neminovno je da ista, s

obzirom na svoje tehničke karakteristike bude spremna za prihvatanje, te prolongiranje i daljnju distribuciju 20 kV napona od transformatora (110/10(20) kV i/ili 35/10(20) kV) preko srednjenaponskog postrojenja (10(20) kV) prema dubini srednjenaponske mreže (svakako postoji mogućnost, ovisno o načinu koncepcije prijelaza na 20 kV naponski nivo, da prolongiranje 20 kV napona bude iz srednjenaponske mreže prema napojnoj transformatorskoj stanici i opremi u istoj).

Za promatrane slučajeve, tehničke karakteristike napojnih transformatorskih stanica (i TS 110/20 kV Zamet i TS 110/10(20) kV Turnić) su iste, a riječ je transformatorskim stanicama s dva energetska transformatora naponske razine 110/10(20) kV i pojedinačne snage 40 MVA, dok se 10(20) kV postrojenja sastoje od dvije sekcije (odnosno četiri polueskcije) s ukupno 44 polja (transformatorska, vodna, mjerna, sekcijaska...). Kako je oprema (i u fazi projektiranja, ugovaranja, a kasnije i ugradnji) u obje transformatorske stanice bila namijenjena za 20 kV naponski nivo smatrano je da su napojne transformatorske stanice tehnički spremne za 20 kV napon.

S obzirom na planirani koncept prijelaza (pogotovo TS 110/10(20) kV Turnić, a koji je planiran u dvije faze) pokazala se od iznimnog značaja konfiguracija 10(20) kV postrojenja odnosno njegova podijeljenost u dvije sekcije odnosno četiri polusekcije (koje su međusobno povezane). Time je omogućena veća raspoloživost i fleksibilnost prilikom izrade operativnog plana prijelaza.

3.1.2. Opterećenje i pouzdanost napajanja transformatorske stanice 110/10(20) kV

Analiza opterećenja napojne transformatorske stanice 110/10(20) kV izvršena je za maksimalne vrijednosti opterećenja iste kako u zimskom tako i u ljetnom vremenskom razdoblju (u promatranom periodu zadnjih par godina). Na temelju definiranih vremenskih okvira izvučeni su podaci o opterećenjima pojedinih 10(20) kV vodnih polja, te se napravila analiza vršnih opterećenja po sekcijama (odnosno polusekcijama) i analiza mogućnosti rezervnog napajanja u slučaju neraspoloživosti energetskih transformatora 110/10(20) kV u promatranom transformatorskoj stanici. Definiranje opterećenja sekcija, kao i mogućnosti rezervnog napajanja istih iz susjednih napojnih transformatorskih stanica 110/10(20) kV i/ili 35/10(20) kV je temelj za kvalitetno sagledavanje svih izazova i rizika koje se mogu pojaviti u određenom trenutku provedbe prijelaza na 20 kV naponski nivo, ali i kasnije tijekom eksploatacije.

Za promatrane slučajeve, koncept prijelaza TS 110/10(20) kV Turnić (planiran u dvije faze) gdje na 20 kV naponski nivo prelazi najprije samo jedan energetski transformator 110/10(20) kV (drugi prelazi u drugoj fazi) predstavlja svakako veći rizik jer se „gubi“ faktor (n-1) u transformaciji za obje sekcije u promatranom transformatorskoj stanici. Zbog navedenog izrađen je plan rezervnog napajanja obje sekcije iz susjednih napojnih transformatorskih stanica.

3.1.3. Zaštita u poljima transformatorske stanice 110/10(20) kV

S aspekta zaštite u 10(20) kV poljima (transformatorska, vodna, mjerna polja, te polje kućnog transformatora) napojne transformatorske stanice, zbog rada iste na drugoj naponskoj razini, potrebno je izvršiti prilagodbu podešenja pojedinih zaštita na 20 kV napon. Predmetna prilagodba se primarno odnosi na izmjene pragova prorade na sustavima zaštite energetskih transformatora 110/20 kV, te zemljospojnim i kratkospojnim zaštitama u 20 kV vodnim poljima. Potrebno je voditi računa o eventualnom prespajanju strujnih i naponskih mjernih transformatora, kao i na zamjenu srednjenaponskih osigurača u 20 kV mjernim poljima. Ovisno o načinu uzemljenja 20 kV zvjezdišta potrebno je provesti analizu novih uvjeta uzemljenja zvjezdišta, te sukladno zaključcima odraditi izmjene (prespajanje maloomskog otpornika i prebacivanje regulacijske preklopke na kompenzacijskoj prigušnici).

3.1.4. Konfiguracija 10(20) kV mreže i njezina prostorna integracija

Konfiguracija 10(20) kV mreže odnosno izvedene 10(20) kV veze između napojne transformatorske stanice 110/10(20) kV i distributivnih transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV, kao i međusobne 10(20) kV veze između pojedinih transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV diktiraju način prijelaza na 20 kV naponski nivo, ali i pouzdanost napajanja (u slučaju potrebe za rezervnim napajanjem iz nekog drugog smjera odnosno izvora).

U promatranim slučajevima konfiguracija 10(20) kV mreže iz obje promatrane napojne transformatorske stanice je složenog karaktera s nizom međusobno izvedenih 10(20) kV veza kako između pojedinih 10(20) kV vodnih polja promatrane napojne transformatorske stanice 110/10(20) kV, tako i prema pojedinim 10(20) kV vodnim poljima susjednih napojnih transformatorskih stanica 110/10(20) kV. Analizom pojedinih 10(20) kV vodnih polja iz napojne transformatorske stanice definirala

se potreba za eventualnim promjenama u konfiguraciji 10(20) kV mreže. Konkretno, zbog razmještaja u naravi (odnosno prostoru) gdje se zaključilo da pojedina 10(20) kV vodna polja imaju međusobne veze (preko transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV), a samim time su rezervno napajanje jedno drugome, odlučeno je da će se izvršiti određena prespajanja (prebacivanja 10(20) kV kabela s jedne sekcije na drugu sekciju) na 10(20) kV postrojenu u napojnoj transformatorskoj stanici. Također, s aspekta financijsko – tehničkog pojedine postojeće 10 kV veze su se napustile, te su se formirale nove 10(20) kV veze što je također izazvalo promijene u konfiguraciji 10(20) kV mreže.

3.1.5. Tehnička spremnost 10(20) kV vodova

Na temelju podataka o postojećim 10(20) kV vezama između transformatorskih stanica napravljena je analiza svih ugrađenih vodova (u promatranim slučajevima riječ je samo o kablskim vodovima jer nadzemnih vodova nije bilo). Analizom je ustanovljeno (a na kraju i realizirano) da će se zamijeniti svi uljni 10 kV kabele (IPO, NPO, NKBA, NAKBA) dok će postojeći 10(20) kV kabele s termoplastičnim polietilenom (EHP) zamijeniti u većoj mjeri (ovisno o životnom vijeku i tehno – ekonomskim kriterijima). Realizacija zamjene kabela je dugoročan proces.

Na dijelu 10(20) kV mreže napajane iz TS 110/20 kV Zamet radilo se ukupno o 10 kablskih veza (ukupne duljine cca. 8 km), dok se na dijelu 10(20) kV mreže napajane iz TS 110/10(20) kV Turnić radilo ukupno o 38 kablskih veza (ukupne duljine cca. 10 km). Bitno je napomenuti da se kod većine vodova vodilo računa da se zadržaju iste kablске trase (tamo gdje je isto bilo moguće) što je ubrzalo radove jer se nije išlo na izdavanje novih upravnih akata (lokacijskih i građevinski dozvola). Tehnička spremnost svih 10(20) kV vodova se dokazala izjavom nadzornog inženjera zaduženog za zamjenu istih.

3.1.6. Broj TS 10(20)/0,4 kV

Broj transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV koje su u planu prebacivanja na 20 kV naponski nivo definira između ostalog i broj timova kao i vremenski okvir samog prebacivanja 10(20) kV mreže. U promatranom slučaju radilo se o 57 transformatorskih stanica napajanih iz TS 110/20 kV Zamet i 78 transformatorskih stanica napajanih iz TS 110/10(20) kV Turnić (faza 1).

3.1.7. Tehnička spremnost TS 10(20)/0,4 kV

Analiza spremnosti transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV za prijelaz na 20 kV naponski nivo napravljena je na temelju podataka o postojećoj ugrađenoj opremi u istima (energetski transformatori i SN postrojenja). Analizom je utvrđeno da je potrebno zamijeniti sve neodgovarajuće energetske transformatore (nepreklopive i/ili neprospojive), kao i neodgovarajuća SN postrojenja (SN postrojenja izvedbe u ćelijama i TSN blokovima). Temeljem istoga radilo se o 47 transformatorskih stanica napajanih iz TS 110/20 kV Zamet i 35 transformatorskih stanica napajanih iz TS 110/10(20) kV Turnić (faza 1). Tehnička spremnost svih transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV se dokazala izjavom nadzornog inženjera zaduženog za zamjenu opreme u istima. Prilagodba transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV je dugoročan proces

3.1.8. Zaštita u poljima TS 10(20)/0,4 kV

Zbog prijelaza na 20 kV naponsku razinu potrebo je izvršiti prilagodbu zaštite u 10(20) kV poljima (transformatorska i/ili spojna polja, te mjerna polja) transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV. Predmetna prilagodba se odnosi na prepodešavanje zaštitnih releja, zamjenu osigurača, te fizička prespajanja strujnih i naponskih mjernih transformatora. Na temelju analize tipova zaštita (zaštitni relej ili osigurač) u 10(20) kV poljima (transformatorska i/ili spojna polja) definirala su se nova podešenja zaštitnih releja odnosno nove vrijednosti osigurača. Prilagodba zaštite se vrši prilikom same provedbe prijelaza određene transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV na 20 kV naponski nivo.

3.1.9. Karakter korisnika i njihova tehnička spremnost

Prijelazom određenog dijela srednjenaponske mreže na 20 kV naponsku razinu osim postrojenja u nadležnosti (i vlasništvu) HEP-a postoji mogućnost da su prijelazom obuhvaćena i postrojenja (vodovi i transformatorske stanice) u nadležnosti (i vlasništvu) određenog srednjenaponskog korisnika. Uvjeti prijelaza (tehnička spremnost) koji se odnose na postrojenja u nadležnosti HEP-a vrijedi i za one u nadležnosti srednjenaponskog korisnika. Dugogodišnja, ali i zakonski obavezna (prema Pravilnikom o

općim uvjetima za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom) komunikacija s korisnikom svakako pridonosi pravovremenoj pripremi i tehničkoj spremnosti postrojenja u nadležnosti istoga. Podrška od strane HEP-a (u savjetodavnom i iskustvenom obliku) je u svakom trenutku bila na raspolaganju korisnicima. Tehnička spremnost postrojenja u nadležnosti korisnika dokazuje se korisnikovom pisanom izjavom.

3.1.10. Obavijesti – korisnici, lokalna samouprava, policija...

Budući da sam prijelaz s 10 kV na 20 kV naponsku razinu transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV podrazumijeva prebacivanje regulacijske preklopke transformatora odnosno prespajanje sredjenaponskih namota transformatora, što zahtjeva beznaponsko stanje istoga, a samim time i prekid u napajanju električnom energijom korisnika.

Na temelju popisa transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV koje su obuhvaćene prijelazom definirana su područja (ulice, kvartovi), te važniji korisnici (škole, vrtići, zdravstvene ustanove...) koja će biti pogođena prekidom napajanja električnom energijom. Sukladno navedenom, a i prema zakonskim obavezama (Pravilnik o općim uvjetima za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom), potrebno je bilo obavijestiti korisnike o planiranom prekidu napajanja električnom energijom (putem medija i mrežnih stranica objavljena su obuhvaćena područja, dok su važniji korisnici obaviješteni osobno (e-mailom, telefonom)). Također, kako se radilo o širokom području koje obuhvaćeno radovima i prekidom napajanja električnom energijom odlučeno je da će se pravovremeno (nekoliko tjedana prije samog početka prijelaza) informirati lokalna samouprava (gradovi, općine, mjesni odbori), prometna policija, kao i elektroenergetski inspektor o planiranim aktivnostima.

3.1.11. Angažiranost rezervnog napajanja

S obzirom da se prijelaz na 20 kV naponski nivo provodi u vremenskom razdoblju od nekoliko dana, te u određenim trenucima nije moguće zadovoljiti kriterij n-1 u rezervnom napajanju pojedinih 10(20) kV polja napojne transformatorske stanice (jer nije zatvorena petlja), a samim time i transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV, te uvijek postoji mogućnost pojave nepouzdanosti (odnosno kvara) dijela postrojenja (bilo voda i/ili transformatora) potrebno je voditi računa o pomoćnim rezervnim napajanjima odnosno pokretnim agregatima. Ovisno o dostupnosti agregata (da li u vlastitoj režiji ili iznajmljivanjem), po mogućnosti različitih snaga i koncepcije smještaja istih, definirana je i mogućnost napajanja konzuma transformatorske stanice u slučaju potrebe. Angažiranost odnosno spremnost rezervnog napajanja (agregata) mora biti za cijelo vrijeme trajanja prijelaza.

3.1.12. Pripravnost djelatnika

Budući da je prijelaz na 20 kV naponski nivo strateška odluka, tako je i angažiranost svih subjekata i djelatnika unutar tvrtke u provođenju istoga. Osim djelatnika koji su unutar timova (ekipa) i koji provode sam prijelaz, potrebno je da u pripravnosti budu i djelatnici specijalističkih znanja iz ostalih odjela unutar tvrtke (djelatnici Odjela za kabela mreže uključujući i mjerna kola, djelatnici Odjela za zaštitu, djelatnici Odjela za upravljanje mjernim podacima, djelatnici voznog parka...). Pripravnost svih djelatnika definirana je unutar redovnog radnog vremena, ali i izvan istoga.

3.2. Hodogram provedbe prijelaza na 20 kV naponski nivo

U završnoj fazi prijelaza na 20 kV naponski nivo izrađuje se plan (hodogram) provedbe prijelaza u kojem se definiraju timovi (ekipe), potrebne radnje koje je potrebno izvršiti, te vremenski okvir.

3.2.1. Definiranje timova (ekipa)

Sama realizacija prijelaza odnosno provedba istoga definirana je kroz timove (ekipe) od po dva djelatnika (ovisno o potrebni i složenosti posla može i veći broj djelatnika) koje će vršiti potrebne radnje u pojedinoj transformatorskoj stanici 10(20)/0,4 kV. Definiranje broja timova (ekipa) ovisi o broju transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV, te složenosti posla koji je potrebno obaviti (nije isto da li je riječ o jednom ili više transformatora u pojedinoj transformatorskoj stanici, da li je riječ o preklopivim ili prespojivim transformatorima, da li je riječ o napajanju sredjenaponskog korisnika i njegovom sredjenaponskom postrojenju i/ili sredjenaponskoj mreži). Svakako je poželjno da osim aktivnih timova

(ekipa) postoji i barem jedan rezervni tim (ekipa) koji će se koristiti u slučaju potrebe i nekih neplaniranih događaja. U našim slučajevima bilo je definirano od tri do maksimalno četiri tima (ekipe).

3.2.2. Definiranje potrebnih radnji

Općenito potrebne radnje koje je potrebno izvršiti u pojedinoj transformatorskoj stanici 10(20)/0,4 kV prilikom prijelaza na 20 kV naponski nivo su:

1. isključenje 10(20) kV vodnih polja
2. isključenje NN sklopke transformatora (HEP i/ili korisnik)
3. isključenje i uzemljenje 10(20) kV transformatorskog polja (HEP i/ili korisnik)
- 3a. isključenje i uzemljenje 10(20) kV spojnog polja prema korisniku
4. prebacivanje regulacijske preklopke transformatora na „20 kV“ i/ili prespajanje sredjenaponskih namota transformatora u spoja za 20 kV naponski nivo (HEP i/ili korisnik)
- 4a. prespajanje mjerne opreme (strujnih i naponskih mjernih transformatora) u mjernom polju
5. podešavanje zaštitnog releja transformatora i/ili zamjena osigurača u 10(20) kV transformatorskom polju (HEP i/ili korisnik)
6. uključanje 20 kV vodnih polja
- 6a. odzemljivanje i uključanje 20 kV spojnog polja prema korisniku
7. odzemljivanje i uključanje 20 kV transformatorskog polja (HEP i/ili korisnik)
8. provjera vrijednosti napona i smjera okretnog polja na NN strani transformatora (HEP i/ili korisnik)
9. uključanje NN sklopke transformatora (HEP i/ili korisnik)
10. provjera prisutnosti i vrijednosti napona na NN strujnim krugovima (HEP i/ili korisnik)

3.2.3. Definiranje vremenskog okvira

Na temelju radnji koje je potrebno izvršiti definiran je vremenski okvir unutar kojeg će se isto izvoditi. Za „klasične“ transformatorske stanice definirano je vrijeme od 30 minuta za obavljanje prijelaza na 20 kV naponski nivo dok je za transformatorske stanice koje napajaju sredjenaponske korisnike definirano vrijeme od 90 minuta. Između pojedinih grupa transformatorskih stanica koje se prebacuju na 20 kV naponski nivo definirana je pauza (uključuje dolazak na lokaciju sljedeće transformatorske stanice, te pripreme radnje) od 30 minuta (vrijeme može biti i duže ovisno o procijeni odnosno udaljenosti između pojedinih transformatorskih stanica).

U slučaju sredjenaponske mreže napajane iz TS 110/20 kV Zamet ukupno se prebacivalo 57 transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV (sve ukupno 93 transformatorske stanice se napaja iz predmetne transformatorske stanice) i navedeno je provedeno u 7 radnih dana dok se u slučaju sredjenaponske mreže napajane iz TS 110/10(20) kV Turnić (faza 1) ukupno prebacivalo 78 transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV, te je isto provedeno u 7 radnih dana.

3.2.4. Pravila i mjere sigurnosti

Posebnu pozornost prilikom provedbe plana prebacivanja treba posvetiti zaštiti na radu odnosno primijeni odgovarajućih osobnih i osnovnih zaštitnih sredstava, primijeni pravila sigurnosti na mjestu isključenja i mjestu rada, primijeni odgovarajuće dokumentacije za rad (Naloga za rad, Zahtjeva za izdavanje dopusnice, Dopusnica za rad/isključenje i rad), te komunikaciji rukovoditelj radova – voditelj postrojenja.

Svaki dan prijelaza za svaki tim (ekipu) definiran je Nalog za rad i Zahtjev za izdavanje dopusnice s popisom transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV. Temeljem istoga za svaku pojedinačnu transformatorsku stanicu 10(20)/0,4 kV izdana je Dopusnica za isključenje i rad.

Za provedbu plana prijelaza od strane posloводства definirane su i imenovane odgovorne osobe iz ključnih organizacijskih jedinica koje sudjeluju u provedbi, a iste su zaslužene za koordinaciju i organizaciju prijelaza (jedna osoba iz Službe za vođenje pogona i jedna osoba iz Centra za terenske aktivnosti).

4. ZAKLJUČAK

Planiranje operativnog prijelaza na 20 kV naponski nivo je složen i dugotrajan proces prilikom kojeg je potrebno sagledati sve (odnosno što je više moguće) rizike koji se mogu pojaviti prilikom same provedbe prijelaza. Na temelju kvalitetnih ulaznih podataka (parametara) i provedenih analiza moguće je sagledati većinu izazova, te se adekvatno pripremiti za rješavanje istih.

Na temelju iskustava prikupljenih tijekom ranijih prijelaza na 20 kV naponski nivo dijelova srednjenaponske mreže, pogotovo prstena (prigrada) grada Rijeke, definirali su se ulazni podaci (parametri) za izradu operativnog plana, te je napravljena podloga za izradu budućih planova koji će se definirati u budućnosti tijekom prijelaza ostalih faza srednjenaponske mreže grada Rijeke.

Cilj izrade operativnog plana prijelaza je da postrojenja (vodovi i transformatorske stanice) budu izuzeta od izloženosti kvarovima (tijekom i nakon samog prijelaza na 20 kV naponski nivo), kao i da korisnici budu što je manje moguće pogođeni prekidima napajanja električnom energijom.

5. LITERATURA

- [1] M. Jurić, F. Relić, T. Tomašić, "Prijelaz 10 kV mreže Elektre Sisak na 20 kV", HEP Operator distribucijskog sustava, DP Elektra Sisak, 2019.
- [2] M. Vuksanić, "Razvoj 20 kV srednjenaponske mreže u distribucijskoj mreži", HEP Vjesnik, 1/2022
- [3] Z. Kovačević, "Osnovno rješenje električne mreže 20/10 kV, 110 kV i 220/380 kV na području „Elektroprivrede“ Rijeka i usporedba s koncepcijom električne mreže 10 kV, 35 kV, 110 KV i 220/380 kV", Institut za elektroprivredu - Zagreb, 1978.