

Mladen Vuksanić, dipl. ing.
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.
mladen.vuksanic@hep.hr

Igor Đurić, dipl. ing.
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.
igor.duric@hep.hr

Marijana Borovac, dipl. ing.
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.
marijana.borovac@hep.hr

Tanja Marijanić, dipl. ing.
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.
tanja.marijanic@hep.hr

PRIJELAZ NA 20KV – KLJUČNI POTICAJI I POGONSKA ISKUSTVA NA PRIMJERU SN MREŽE GRADA VARAŽDINA I PRIGRADSKIH NASELJA

SAŽETAK

Prijelaz na 20 kV u HEP ODS-u obuhvaća aktivnosti u procesu prijelaza s naponskih razina 110-35-10-0,4 kV na naponske razine 110-20-0,4 kV i predstavlja jednu od strateških odrednica razvoja distribucijske mreže. Od sredine 80-tih godina u 10 kV mreži se ugrađuje oprema za izolacijsku razinu 20(24) kV i u tom smislu veći dio mreže je spreman za prijelaz. Trenutno je značajan dio distribucijske mreže u pogonu na 20 kV te su u tijeku brojni investicijski projekti pripreme SN mreže za pogon na 20 kV.

Elektra Varaždin je kvalitetan primjer za analizu i raspravu o važnim poticajima, čimbenicima i iskustvima u planiranju te pripremi ulaganja i prijelazu SN mreže na 20 kV.

Ključne riječi: HEP ODS, 20 kV napon, srednjonaponska distribucijska mreža,...

MV NETWORK TRANSITION TO 20KV - KEY INCENTIVES AND EXPERIENCES IN GENERAL AND IN VARAŽDIN DISTRICT MV NETWORK

SUMMARY

The MV network transition to 20 kV in HEP ODS includes activities of transition from four voltage levels 110-35-10-0,4 kV to three voltage level 110-20-0,4 kV and represents one of the strategic guidelines of distribution network development. Since the mid- 80's in 10 kV network, 20(24) kV equipment is installed and regarding to that a significant part of the network is ready for 20 kV voltage. A significant part of the distribution network is operating at 20 kV and numerous investment projects of MV network preparation for the 20 kV are in motion.

Elektra Varaždin is a quality example for analysis and discussion of important incentives, key factors and experience in planning, preparation, investment and operating the MV network at 20 kV.

Key words: DSO, 20 kV voltage, medium voltage distribution network,...

1. UVOD

Povijesni razvoj distribucijske mreže obilježen je intenzivnom elektrifikacijom Hrvatske koja je počela u razdoblju neposredno nakon Drugog svjetskog rata i trajala do početka 80-ih godina prošlog stoljeća. U tom razdoblju distribucijska mreža građena je i razvijana gotovo u pravilu u naponskim razinama 110 kV, 35 kV (u dijelovima mreže 30 kV), 10 kV i 0,4 kV, odnosno 0,38 kV. Zbog povijesnog nasljeđa i drugih specifičnosti koristile su se kao izuzetak i druge naponske razine, npr. 6,3 kV kao industrijski napon, 15 kV, 50 kV i dr. Navedene naponske razine se više ne koriste u distribuciji električne energije (15 kV razina posljednja „ugašena“ 2014.g. prijelazom dijela mreže šibenskog zaleđa na 10 kV napon).

Analiziranjem u cilju optimiranja distribucije električne energije, u drugoj polovici prošlog stoljeća usuglašena je budućnost distribucijske srednjonaponske mreže na jednoj 20 kV naponskoj razini umjesto dotadašnje dvije 35 kV i 10 kV.

Takav zaključak donesen je u okruženju gotovo u potpunosti elektrificirane Hrvatske i izgrađene distribucijske mreže što za posljedicu ima vrlo opsežan i skup investicijski zahvat jer je podrazumijevao izgradnju paralelne srednjonaponske mreže. Umjesto toga, izgradnja novih vodova i postrojenja naponske razine 10 kV vrši se opremom dimenzioniranom za 20 kV napon, kao i rekonstrukciji postojećih elemenata mreže po istom principu. Posljedica navedenog je vrlo sporo uvođenje pogonskog napona 20 kV.

U nastavku rada razmatrane su opće postavke uvođenja napona u distribucijsku mrežu HEP ODS-a, trenutno stanje pripremljenosti i pogona mreže na 20 kV s kratkim osvrtom na varijante tehničkih rješenja izvora 20 kV napona. U drugom dijelu ovog rada, analizira se i daje osvrt na stvarnom primjeru i dobrom iskustvu u Elektri Varaždin.

2. PRIPREMA I PRIJELAZ 10 KV MREŽE NA 20 KV POGONSKI NAPON

2.1. Općenito o prijelazu na tronaponski distribucijski sustav 110-20-0,4 kV

Prijelaz s postojećeg četveronaponskog distribucijskog sustava 110-35-10-0,4 kV na tronaponski 110-20-0,4 kV tema je brojnih razvojnih studija još od sredine 60-ih godina prošloga stoljeća. Dobiveni rezultati studija ukazivali su na brojne pogodnosti od kojih su najvažnije:

- Smanjenje broja transformacija,
- Smanjenje gubitaka električne energije i snage,
- Manja zauzetost prostora (manje lokacija za postrojenja i trasa za vodove),
- Olakšano održavanje postrojenja i vodova.

Kratkoročno, prijelaz dijelova distribucijske mreže na 20 kV dovodi do sanacije naponskih okolnosti u srednjonaponskoj mreži, čime se bez veće izgradnje dvostruko povećavaju prijenosni kapaciteti i četverostruko smanjuju gubici snage i napona. Ovime ulaganja u prijelaz na 20 kV postaju investicijski zahvalno rješenje za poboljšanje strujno naponskih okolnosti na već izgrađenoj 10 kV mreži s vrlo visokom iskorištenosti kapaciteta.

Uz takve je razloge na nekoliko distribucijskih područja donesena odluka o prijelazu na 20 kV, a HEP sredinom 80-ih donosi stratešku odluku o ugradnji srednjonaponskih postrojenja najvišeg napona opreme 24 kV i izgradnji vodova (nadzemnih i kabela) za napon 20 kV bez obzira na neposredni pogon pod naponom 10 kV. U tom smislu grade se nove pojne točke SN mreže s tzv. „izravnom transformacijom — 110/10(20) kV s pogonskim naponom na strani niže naponske razine ovisnim o pripremljenosti i pogonu mreže u okruženju.

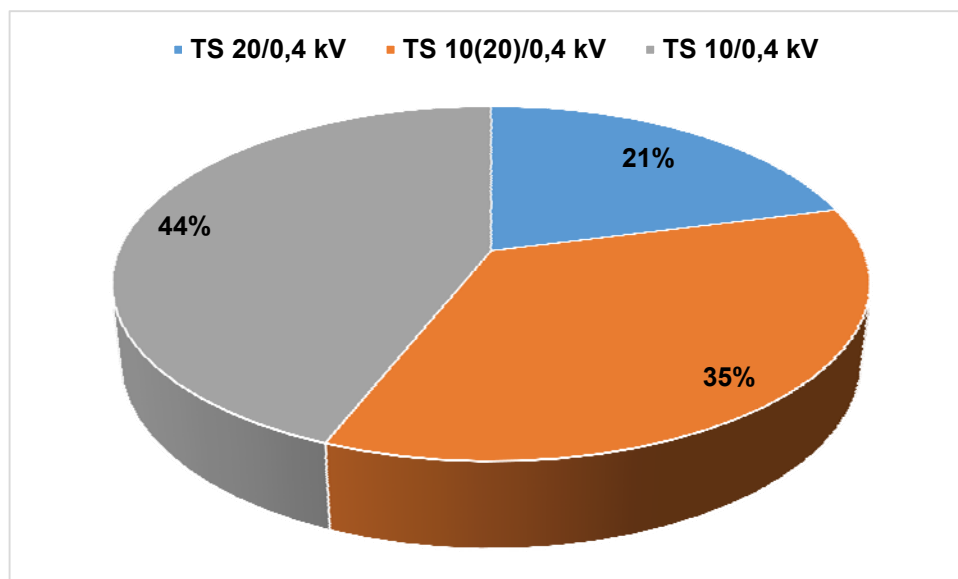
Tijekom devedesetih godina ne dolazi do intenzivnijeg razvitka mreže 20 kV, a glavnim razlogom se smatra rat koji je prouzročio smanjene stope rasta gospodarstva, a time i potrošnje, te depopulaciju

mnogih krajeva Republike Hrvatske. Kao prijelazno rješenje koristi se tehničko rješenje rekonstrukcija transformacije s 35/10 kV na 35/20 kV, ali i izgradnja novih transformacija 35/20 kV bez dubljih ulaganja u cjelovita rješenja razvoja tronaponskog sustava.

Perspektiva prijelaza srednjonaponskih distribucijskih mreža na pogonski napon 20 kV ne smije biti upitna obzirom na realno očekivane učinke smanjenja gubitaka električne energije i učinkovitijeg korištenja prostora.

2.2. Postojeće stanje mreže 20 kV

U Republici Hrvatskoj do danas su učinjeni znatni naponi za uvođenje napona 20 kV, ali ne ujednačeno u svim dijelovima mreže niti u svim distribucijskim područjima. Područja Hrvatske razvijaju se različitim brzinama, mreža je neujednačeno iskorištena i pripremljena za prijelaz na 20 kV.



Slika 1. Udjeli pripremljenosti i pogona TS SN/NN za 20 kV

U distribucijskoj mreži RH (računajući zajedno one u nadležnosti HEP ODS-a kao i transformatorske stanice koje su u tuđem vlasništvu, a napajaju se SN mrežom ODS-a) trenutno je u pogonu na 20 kV skoro 6.000 TS SN/NN, oko 9.500 je izgrađeno s izolacijskom razinom za 20 kV pogonski napon. Preostaje nešto više od 13.000 10/0,4 kV TS do ukupnog broja od skoro 29.000 TS SN/NN (udjeli pojedinih TS prikazani su Slikom 1.).

Stanje pogona SN mreže na 20 kV po distribucijskim područjima vrlo je raznoliko, a kao DP-i s velikim udjelima mreže u pogonu na 20 kV izdvajaju se:

- Elektra Zagreb,
- Elektroistra Pula,
- Elektroprimorje Rijeka,
- Elektra Sisak.

U ostalim distribucijskim područjima mreža je u različitom stupnju uvođenja u pogon napona 20 kV, dok njih osam nema niti jednu TS SN/NN u pogonu na 20 kV. Isto je prikazano Slikom 2.

- Kvaliteta isporuke električne energije (pokazatelji stalnosti isporuke, iznos i kvaliteta napona, zadovoljstvo potrošača i sl.),
- Vrijednost ulaganja potrebnog za prijelaz SN mreže područja na 20 kV,
- Ostali sekundarni pokazatelji (iskustva s pogonom mreže na 20 kV i postojanje mreže 20 kV u okruženju, mogućnost sufinanciranja i etapnog prijelaza i sl.).

U analizi ulaganja HEP ODS-a u prijelaz na 20 kV, dio područja (mreže) obrađen je studijama razvoja SN mreže, a preostali dio vrednuje se na temelju opisanih kriterija uz pojednostavljenja zbog manjeg opsega i kvalitete podataka kojima se raspolaže. Time je omogućeno međusobno uspoređivanje predloženih područja radi optimalnog raspolaganja portfeljem za prijelaz na 20 kV. Obzirom na detaljniju obradu, u razumnim se granicama prioritet daje područjima sa izrađenim studijama razvoja SN mreže.

U narednom desetogodišnjem razdoblju (okvir promatranja zakonski propisanih planova razvoja distribucijske mreže), uvažavajući strateške odrednice HEP ODS-a, trenutno stanje mreže i postrojenja, iskustva i mogućnosti djelatnika, druge obaveze sukladno važećim propisima, planira se povećati broj u pogonu na 20 kV naponu za oko 7.500 TS SN/NN. Podaci su okvirni i potrebno ih je uzeti s rezervom obzirom na nesigurnosti koje se odnose na:

- Dugo vremensko razdoblje planiranja,
- Promjenjivost cijena materijala, radova i usluga,
- Financijske okvire planova ulaganja,
- Druga ulaganja u razvoj mreže.

Ulaganja u prijelaz SN mreže na 20 kV u načelu obuhvaćaju sljedeće aktivnosti:

- Zamjenu TR 10/0,4 kV preklopnim TR 10(20)/0,4 kV,
- Rekonstrukciju TS 10/0,4 kV u TS 10(20)/0,4 kV,
- Rekonstrukciju 10 kV nadzemnih vodova opremom sa 24 kV izolacijskom razinom,
- Zamjenu 10 kV kabela novima sa 24 kV izolacijskom razinom,
- Izgradnju novih TS 10(20)/0,4 kV u zamjenu za postojeće u slučaju neučinkovitosti/neisplativosti/nemogućnosti rekonstrukcije postojećih,
- Izgradnju novih SN vodova u zamjenu za postojeće u slučaju neučinkovitosti/neisplativosti/nemogućnosti rekonstrukcije postojećih ili u svrhu zadržavanja postojeće pouzdanosti napajanja,
- Rekonstrukciju manjeg obujma u pojnim točkama SN mreže 10(20) kV u cilju pogona na 20 kV,
- Ostala ulaganja manjeg obujma u cilju prelaska SN mreže na 20 kV.

Ova vrsta ulaganja odnosi se primarno na aktivnosti zamjene i rekonstrukcije dijelova postrojenja distribucijske mreže, potom aktivnosti revitalizacije te iznimno izgradnje novih objekata/elemenata mreže u cilju provedbe završne aktivnosti prijelaza SN mreže na 20 kV.

Zbog kompleksnosti i višegodišnjeg karaktera ulaganja, pozitivne učinke treba promatrati kroz dulji period. Nužno je imati na umu da se ulaganjima realizira priprema mreže za naponsku razinu 20 kV, a da je sam prijelaz uvjetovan i drugim čimbenicima (siguran pogon mreže pri prijelazu na 20 kV, nisko opterećenje SN mreže, odgovarajući vremenski uvjeti, velik broj raspoloživih radnika obzirom na veću vjerojatnost zastoja zbog većih naprezanja izolacije opreme, uvjeti pogona okolne srednjonaponske mreže i sl.).

3. POJNE TOČKE 110/X U PRIJELAZU NA 20 KV

Ostvarenje sigurne i pouzdane pojne točke ključan je preduvjet za pokretanje i ostvarenje prijelaza na 20 kV. Temeljem analize ukupnog opsega raspoloživih trafostanica (podaci sistematizirani u bazi podataka za višegodišnje planove, revidirani nakon razgraničenja djelatnosti u HEP Grupi [3]), ocijenjeno je da postoji dostatan potencijal postojećih pojmih točaka koje će biti potpora aktivnostima u mreži. U planiranju zahvata revitalizacije ili rekonstrukcije na pojnoj točki analizira se potencijal prijelaza na 20 kV za lokalnu SN mrežu. Sukladno tome, TS 110/35 kV se promatra kao buduća 110/20 kV (u

kraćem ili duljem vremenskom horizontu), a TS 35/10 kV se analizira kao buduće rasklopište RS 20 kV ili kao buduća TS 110/20 kV.

U opsegu aktivnosti prijelaza na 20kV, tijekom proteklih godina, analizirani su, projektno obrađeni i u praksi potvrđeni zahvati:

- Zamjena jednog TR 110/35 kV sa TR 110/20 kV – provodi se u TS 110/35 kV, u opsegu aktivnosti se revitaliziraju dotrajali podsustavi, demontira dio 35 kV postrojenja i ugrađuje 20 kV postrojenje,
- Dogradnja TR 110/20 kV – provodi se u TS 110/35 kV u iznimnom slučaju vrlo visokog porasta opterećenja, u opsegu aktivnosti se ugrađuje 20 kV postrojenje u montažnom objektu ili proširenom postojećem objektu,
- Rekonstrukcija TS 35/10 kV u TS 110/20 kV – provodi se na lokaciji dotrajale TS 35/10 kV na području veće gustoće opterećenja sa trendom porasta ili potencijalom porasta opterećenja,
- Rekonstrukcija TS 35/10 kV u TS 35/20 kV – provodi se na lokaciji dotrajale TS 35/10 kV na području koje nema izraženi potencijal porasta opterećenja, ali dugim 10 kV zračnim DV napaja manje urbano područje.

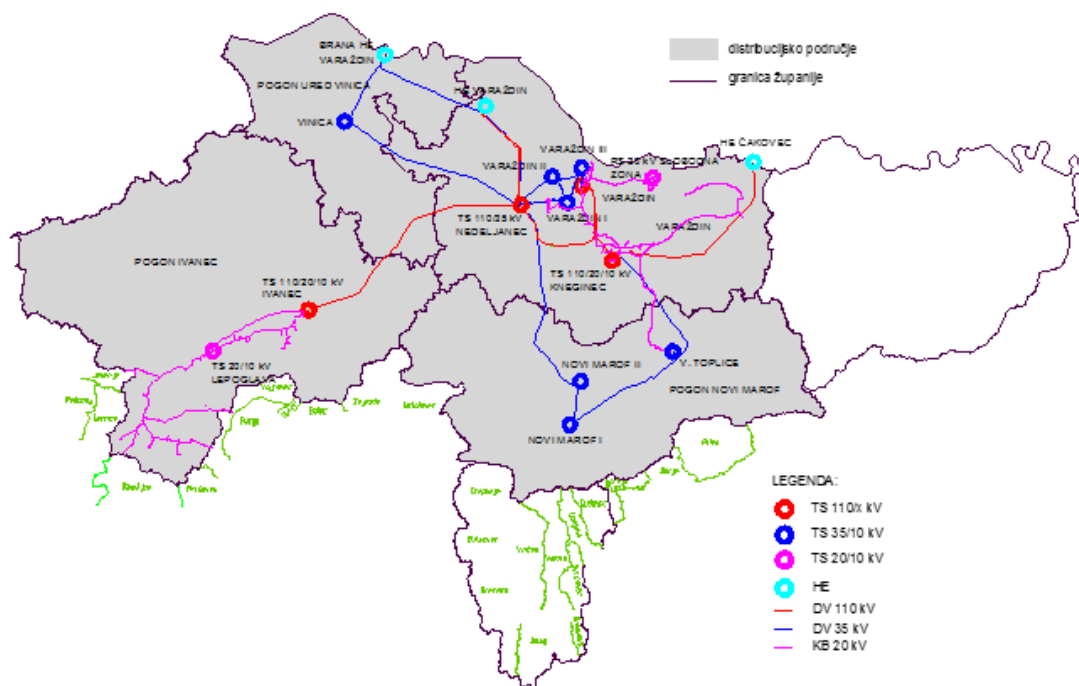
Od čega su zahvati a), b) i c) provedeni ili u tijeku na postrojenjima Elektre Varaždin [4].

4. POVIJESNI RAZVOJ, AKTUALNOSTI I SREDNJOROČNI PLANOVI UVOĐENJA 20 KV NAPONA U MREŽI ELEKTRE VARAŽDIN

4.1. Opća obilježja Elektre Varaždin

Elektra Varaždin teritorijalno obuhvaća Varaždinsku županiju (bez općine Ludbreg) i manjim dijelom Krapinsko-zagorsku županiju (Općine Novi Golubovec, Lohor i Mihovljan). Elektra Varaždin pokriva područje od 1.003 km² i snabdijeva 70 485 kupaca.

Ostvareno maksimalno vršno opterećenje u 2015. godini iznosi 84,71 MW i u odnosu na 2005. godinu kada je zabilježeno 77,28 MW, porast je 11 %. Uz povećane zahtjeve novih kupaca (detaljnije istaknuti u poglavlju 4.2.) u razdoblju od 2010. – 2015. godine na distribucijsku mrežu Elektre Varaždin priključena su 122 postrojenja iz grupe OIE s instaliranom snagom od 10,59 MW.



Slika 3. Područje Elektre Varaždin s ucrtanom 110 kV, 35 kV i 20 kV mrežom

Napajanje električnom energijom distribucijskog područja Elektre Varaždin vrši se preko četiri TS VN/SN (TS 110/35 kV Nedeljanec (1x20 MVA + 1x40 MVA), TS 110/35/20/10 kV Varaždin (2x31,5 MVA + 1x40 MVA), TS 110/20/10 kV Ivanec (2x20 MVA) i TS 110/20/10 kV Kneginec (2x20 MVA), sedam TS SN/SN i 876 TS SN/NN.

U Elektri Varaždin je približno 13 % transformatorskih stanica u pogonu na 20 kV naponu, a oko 38 % je izvedeno opremom za napon 20 kV. Podaci se odnose na sve TS SN/NN koje su vezane na distribucijsku mrežu.

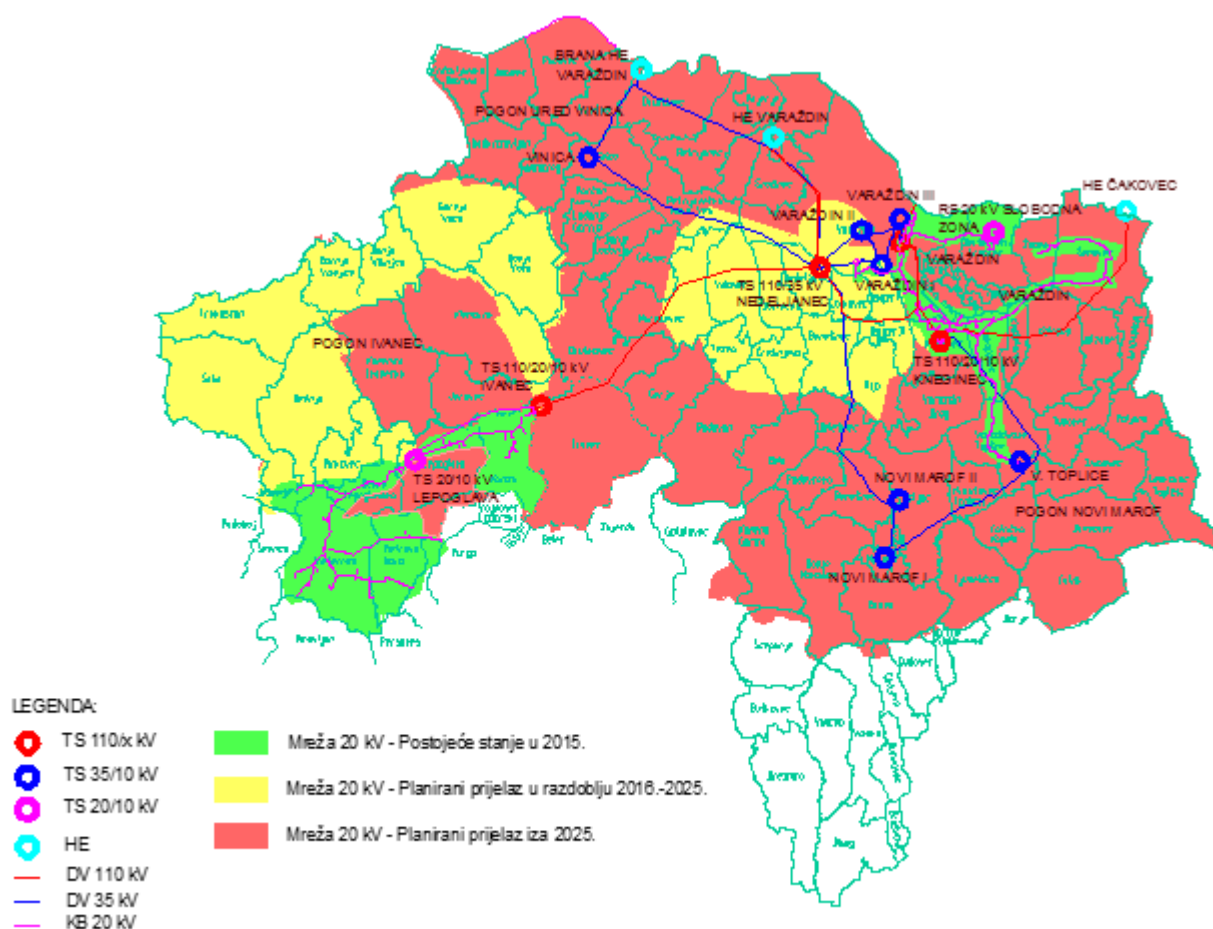
4.2. Uzroci i počeci uvođenja 20 kV napona u Elektri Varaždin

Interesantno je vratiti se jedno stoljeće unatrag kada su gotovo identična tri područja bili začetnici elektrifikacije ovog područja. U samom gradu Varaždinu je prije 120 godina, točnije 17. prosinca 1895. godine, zasjalo prvo „električno svjetlo“ i među prvima u Hrvatskoj izgrađena je javna električna centrala, a već početkom prošlog stoljeća izgrađene su i centrale koje su električnu energiju proizvodile za vlastite potrebe (ugljenokop Ivanec 1913. godine i kaznionica Lepoglava 1914. godine). Električna energija je promijenila način života i nova energetska podloga stvorila je pretpostavke za razvoj gospodarstva i bila predvodnik razvoja i jedno stojeće kasnije.

Aktivnosti vezane uz prijelaz na 20 kV u Elektri Varaždin traju od 1999., a na području grada Varaždina, od 2004. godine. U razdoblju 2004. – 2015. godine na području grada Varaždina dio mreže napajan je 20 kV naponom samo iz TS 110/35/20/10 kV Varaždin, a 2015. je povezan s TS 110/20/10 kV Kneginec [4]. Obzirom na porast opterećenja i brojne zahtjevne industrijske korisnike mreže jasno je da je u Elektri Varaždin prikupljeno opsežno iskustvo u vođenju projekata prijelaza na 20 kV i vođenju pogona SN mreže (mreža) u prijelaznom razdoblju.

U skladu s dugoročnim strateškim smjernicama HEP-a iz sredine 80-ih godina prošlog stoljeća i izrađenom "Studijom problematike prelaska mreže 10 kV na 20 kV u distribucijskom području Lepoglava - Ivanec u mreži DV Lepoglava-Golubovec i DV Lepoglava - Trakošćan" [7], od moguće 4, kao jedina prihvatljiva varijanta pogona SN mreže, usvojen je prelazak na pogonski napon 20 kV.

Prva iskustva uvođenja 20 kV napona vezana su uz zapadni dio distribucijskog područja napajanog iz TS 110/20/10 kV Ivanec koja je puštena pod napon 1999. godine. Zbog porasta opterećenja na području grada Varaždina (stambene i gospodarske zone), od 2004. kreće novi zamah uvođenja 20 kV napona. Potrebe za razmjerno velikim snagama priključenja novih poslovnih zona ili korisnika mreže u jugozapadnom (Tvornica stočne hrane – povećanje za 6,6 MW uz postojeće 4 MW, Stambena zona Grabanice - 4 MW) i u istočnom dijelu distribucijskog područja napajanog iz postojeće TS 110/35/10(20) kV Varaždin (Slobodna zona Trnovec – 12 MW, Poslovna zona Kneginec – 6 MW, Poslovna zona Jalžabet – 6,6 MW) utječu na donošenje odluke o priključenju na 20 kV. Prostorno dijametralno suprotni zahtjevi za uvođenjem 20 kV napona na distribucijskom području, nastavak projekta prijelaza omrežja TS 110/20/10 kV Ivanec i veliki zamah na području grada Varaždina, utrostručili su napore pri planiranju i izgradnji SN mreže na 20 kV.



Slika 4. SN mreža Elektre Varaždin u pogonu na 20 kV s prikazom planiranih aktivnosti

Rekonstrukcija i dogradnja TS 110/35/20/10 kV Varaždin završena je 2007.g. temeljem zahtjeva za isporukom znatne snage na području slobodne zone Trnovec. Istovremeno je završena rekonstrukcija trafostanice 20/10 kV Lepoglava (elektroenergetski objekt Lepoglava planira se kao rasklopište 20 kV napona dok je ugrađena transformacija privremeno rješenje do pripreme ukupne okolne mreže za 20 kV). Prilikom rekonstrukcije izvršena je ugradnja modernog plinom izoliranog sklopnog postrojenja 20 kV čija jedna sekcija srednjonaponskog postrojenja radi pod naponom 20 kV, a druga do potpunog prijelaza na napon 20 kV pod naponom 10 kV. Ovime je učinjen važan korak u procesu prijelaza distributivnog područja Lepoglave na napon 20 kV.

Posljedično je 2008. godine DV Ivanec – Lepoglava s 12 trafostanica SN/NN pušten u pogon na naponu 20 kV. Investicijske aktivnosti na tom dalekovodu obuhvaćale su u najvećem dijelu zamjenu opreme u transformatorskim stanicama (izolatori, postolja visokonaponskih osigurača, odvodnici prenapona i energetski transformatori) te u manjem dijelu podzemnih srednjonaponskih kabela i opreme na DV obzirom da je magistralni dio dalekovoda Ivanec – Lepoglava već bio izveden odgovarajućom izolacijskom razinom.

U narednom razdoblju do 2012. godine pristupilo se prilagodbi magistralnog dalekovoda Lepoglava – Golubovec za rad na naponu 20 kV. Obzirom na geografski zahtjevno područje kojim dalekovod prolazi, kao i stanje opreme i postrojenja, osim uobičajenih aktivnosti zamjene opreme i transformatora u dijelu TS, nužno je bilo zamijeniti dotrajale i neadekvatne TS novim tipa KTS kao i zamijeniti postojeće ili izgraditi nove kabelske dionice u zamjenu za postojeći nadzemni dalekovod. Tako je 2013. godine u jednom koraku cijeli dalekovod s 36 trafostanica napojen s 20 kV sabirnicama trafostanice Lepoglava.

U svrhu daljnjeg širenja 20 kV mreže u gradu Varaždinu napajane iz TS 110/35/20/10 kV Varaždin, bilo je ključno izvršiti rekonstrukciju rasklopnice Poliestar 10 kV. Rekonstrukcija je izvršena zamjenom dotadašnjeg postrojenja novim, metalom oklopljenim i plinom izoliranim sklopnim blokovima

nazivnog napona 20 kV. Sklopni blokovi su opremljeni terminalima polja koji vrše funkciju zaštite i daljinskog nadzora i upravljanja na razini polja, a povezani su na sustav daljinskog upravljanja vezan na Dispečerski centar Elektre Varaždin. Radovi su završeni 2013. godine, a omogućeno je prebacivanje okolnih distributivnih trafostanica na napon 20 kV.

Između ostalih važnih čimbenika, i za ostvarivanje rezervnog napajanja distributivnih trafostanica grada Varaždina napojenih na naponu 20 kV i napajanja novih kupaca električne energije u okolici grada Varaždina, u planove razvoja i izgradnje uvrštena je izgradnja nove trafostanice 110/20/10 kV Kneginec. Trafostanica je puštena u pogon 2014. godine. Izgrađena je kao tipska trafostanica s dva transformatora po 20 MVA, projektirane snage transformacije do 2x40 MVA. U prijelaznom periodu trafostanica na srednjem naponu radi s jednom sekcijom na 10 kV s mrežom stare trafostanice 35/10 kV, i drugom na 20 kV koju napaja trafo 110/20 kV i na koju je priključena nova mreža poduzetničkih zona u okolici trafostanice, a ujedno služi i kao rezervno napajanje transformatoru 110/20 kV u gradu Varaždinu. U svrhu osiguranja učinkovitog i pouzdanog pogona u TS je ugrađena i međutransformacija 20/10kV.

4.3. Srednjoročni ciljevi prijelaza na 20 kV Elektre Varaždin

Od 2014. godine ulažu se znatni naponi na pripremi i realizaciji projekta povezivanja dva radijalna 10 kV dalekovoda, Trakošćan i Voća, a zatim i prijelaz na 20 kV.

Dalekovod 10 kV Trakošćan napaja 55 trafostanica ukupne instalirane snage transformatora 7.300 kVA. Ukupna duljina dalekovoda je oko 30 km. Velika duljina vodova i neadekvatni presjeci vodiča, pri vršnom opterećenju, rezultiraju padom napona preko 16%. Izgrađen je 1956. godine na drvenim stupovima, a rekonstruiran 1984. godine na dijelu od Lepoglave do Meljana vodičem Al/Če 3x95 mm² na betonskim stupovima u duljini od 12 km. Ostatak vodova ukupne duljine 18 km ostao je na drvenim stupovima koji su sada većim dijelom dotrajali, a ponegdje i presjekom slabi (DV Vrbno Al/Če 25 mm²). Brdovito područje otežava pristup dalekovodu tako da se i u normalnom pogonu održava uz povećane troškove. Također su zbog dotrajalosti i zahtjevnog terena česti kvarovi na DV.

Magistralni 10(20) kV dalekovod Ivanec – Voća na trasi od tadašnje TS 35/10 kV Ivanec do trafostanice 10/0,4 kV Voća Gornja III izgrađen je 1991. godine na čelično-rešetkastim stupovima s Al/Če vodičima presjeka 3x95 mm². Zamijenio je postojeći DV 10 kV na drvenim stupovima i s vodičima Al/Če 3x35 mm², a koji zbog porasta konzuma više nije zadovoljavao. Pojedini odcjepni dalekovodi koji su napajali ukupno 12 trafostanica 10/0,4 kV i dalje su na betonskim ili drvenim stupovima s vodičima Al/Če 3x50 mm² ili Al/Če 3x25 mm².

Danas DV 10(20) kV Voća napaja 24 distributivne trafostanice ukupne instalirane snage transformatora 2.730 kVA. Duljina magistralnog dalekovoda je 13.565 m. U 2014. godini ostvareno je maksimalno opterećenje u iznosu 890 kVA. Daljnjom izgradnjom novih trafostanica, pojedini odcjepni i priključni vodovi su rekonstruirani, tako da je sada od ukupno 238 stupova velika većina, više od 75%, čelično-rešetkastih.

Obzirom na radijalni karakter DV Voća, bilo kakav kvar na dalekovodu ostavlja potrošače bez napajanja. Isto stanje je i na DV Trakošćan. Povezivanjem ova dva dalekovoda rješava se dvostrano napajanje, a konačnim prelaskom na 20 kV smanjuju se padovi napona i osigurava se pouzdaniji rad. Prigradnjom opreme za daljinsko upravljanje u čvornim trafostanicama brzo i efikasno bi se pronašli i sekcionirali dijelovi voda u kvaru.

Važno je uložiti velike napore u završetak prijelaza područja trafostanice 20/10 kV Lepoglava na nazivni napon 20 kV te 10 kV područja trafostanice 110/20/10 kV Ivanec, kako bi se učinkovito koristila postojeća čvrsta naponska točka 20 kV.

U rekonstrukciji je trenutno trafostanica 110/35 kV Nedeljanec, dogradnja transformatora 110/20 kV koji će omogućiti prijelaz dijela postojeće mreže grada Varaždina i bliže okolice na nazivni napon 20 kV te ujedno osigurati i rezervno napajanje trafostanicama 110/20/10 kV Kneginec i TS 110/35/20/10 kV Varaždin na naponskom nivou 20 kV.

U budućnosti je u planu prijelaz područja Novog Marofa i Varaždinskih Toplica na nazivni napon 20 kV. Preduvjet ovih aktivnosti je izgradnja trafostanice 110/20/10 kV Novi Marof. Brži prijelaz 10 kV distributivne mreže na nazivni napon 20 kV očekuje se na distributivnoj mreži bivše trafostanice 35/10 kV Kneginec.

Sve ove aktivnosti pridonijet će racionalnijem i sigurnijem pogonu srednjonaponske mreže uz povećanu pouzdanost napajanja kupaca električne energije i pritom smanjene gubitke u mreži.

5. ISKUSTVA U PRIJELAZU NA 20 KV

Iskustvo pokazuje da se odlukom o prijelazu na 20kV brojne aktivnosti u DP-u usložnjavaju i traže višu razinu stručnosti i organizacije. Tijekom prijelaznog razdoblja su u pogonu mreže 35 kV, 10 kV i 20 kV, a to razdoblje može trajati i duže vrijeme. S druge strane, kroz prijelaz na 20 kV se provodi veliko preuređenje u postrojenjima i mreži (rekonstrukcije, revitalizacije i promjene funkcije elektroenergetskih objekata, ugradnja SN kabela) i pogonu (nova uklopna stanja), a obično dolazi i do smjene generacija (odražavanje i pogon mreže preuzimaju mlađi timovi). Ugradnja modernih, kompaktnih i zatvorenih sklopnih blokova, modernih transformatora sa zaštićenim priključcima, numeričkih zaštitnih releja (upravljačkih i mjernih uređaja) i širenje kabelske mreže osiguravaju pouzdaniji pogon mreže u slučajevima „otočnog“ prijelaza na 20 kV do povezivanja sa sljedećom pojnom točkom 20 kV.

U smislu vođenja pogona, temelj sigurnog rada je dobra informiranost, osposobljenost i uvježbanost timova podržana modernim sustavom vođenja (dispečerski centar). U službama koje planiraju razvoj mreže, projekti se pripremaju obzirom na mogućnosti uklopnog stanja i izgrađenosti postojeće mreže, s detaljnim programima provedbe aktivnosti prijelaza. Iskustvo pokazuje da su timovi najspremniji ako su stalno umjereno zaposleni, pa je na službama obaveza da pravodobnom pripremom budu motor koji će održavati dinamiku aktivnosti.

Na dosadašnjem provođenju prijelaza gradske i ruralne mreže na 20 kV u Elektri Varaždin stečena su brojna vrijedna iskustva temeljem kojih se može odlučnije i sigurnije pristupiti daljnjim aktivnostima u tom smjeru.

Svakako je važno istaknuti da su se prijelazom pogona na 20 kV uspjele ostvariti planirane koristi. U gradu Varaždinu, odnosno u omrežju TS 110/35/20/10 kV Varaždin, to se odnosi na pouzdano priključenje velikih potrošača i proizvođača u zonama oko grada Varaždina te pouzdan i kvalitetan pogon okolne SN mreže. Na području Lepoglave uspješno je ukinuta transformacija snage 35/10 kV uz zadovoljavajuće naponske okolnosti na mreži i odgovarajuću pouzdanost pogona što je iskazano i manjim vrijednostima pokazatelja pouzdanosti tijekom posljednjih godina.

Puštanje pod 20 kV napon dugih radijalnih vodova predstavlja opsežan pogonski zahvat i uvjetovan je vrlo dobrom organizacijom rada i velikim brojem usklađenih moniterskih ekipa kako bi se mogućnost ispada apsolutno smanjila.

Kao dodatni izazov u ostvarenju sigurnog rada distribucijske mreže pri prelasku na 20 kV napon javlja se barem dvostruko povećanje kapacitivne struje dozemnog spoja (vrlo često i više nego dvostruko jer dolazi do zamjene dijela nadzemnih vodova kabelima čiji je doprinos kapacitivnim strujama znatno veći). U tu svrhu je nužno napraviti kvalitetnu analizu tehničkog rješenja sustava uzemljenja neutralne točke na 20 kV strani TR VN/SN ili SN/SN te snimak stanja uzemljivača na TS SN/NN i na stupovima DV s opremom (rastavljači ili sl.). Tako npr. nakon planirane rekonstrukcije DV Trakošćan te prijelaza na 20 kV, zbog velike duljine novih kabelskih vodova, dolazi do značajnog povećanja kapacitivne struje te je potrebno postojeći otpornik od 40 Ω (struja ograničena na 300 A) u TS 110/20/10 kV Ivanec zamijeniti drugim tehničkim rješenjem (prigradnja stupnjevine prigušnice ili zamjena Petersenovom prigušnicom). Nakon što se preostala vodna polja u TS 110/20/10 kV Ivanec prebace na 20 kV taj zahtjev postaje još izraženiji.

6. ZAKLJUČAK

Nakon prikaza stanja pogona i pripremljenosti SN mreže u Hrvatskoj za pogon na 20 kV kao i navođenja pozitivnih primjera i iskustava u Elektri Varaždin, nada je autora ovog članka svaki daljnji poticaj na aktivno promišljanje i planiranje mreže u pogonu na 20 kV uz preuzimanje razumnog rizika u dijelu pouzdanosti pogona kako bi se ostvarile druge pogodnosti te riješili izazovi povećanja kapaciteta mreže i osiguranja napona unutar željenih granica kao i očekivanog smanjenja tehničkih gubitaka u SN vodovima.

Iskustva pokazuju da je uvijek najteže učiniti prvi korak, odnosno prvo puštanje jedne sekcije ili cijele pojne točke na 20 kV, no to je korak koji je svakako nužno napraviti kako bi se stekla nova sigurnost te otklonile nepoznanice rada u novom učinkovitijem „okruženju“.

7. LITERATURA

- [1] E.Mihalek, T.Baričević, „Perspektive prijelaza SN mreže na 20 kV“, EIHP, Zagreb, studeni 2009.
- [2] E.Mihalek, L.Wagmann, „Uklapanje novih većih potrošača u distribucijsku mrežu Elektre Varaždin, EIHP, Zagreb, studeni 2000.
- [3] M.Totgergeli, M.Boljević, V.Fabris, D.Vidović, „Objekti preuzeti u nadležnost HEP ODS temeljem razgraničenja, 4(10.) savjetovanje HO CIREC, Trogir, 2014.
- [4] I.Đurić, D.Lukavečki, T.Kopjar, M.Vuksanić „Izgradnja TS 110/20/10 kV Kneginec i prijelaz Varaždina na 20 kV“, 12. Savjetovanje HRO CIGRE, Šibenik, 2015.
- [5] Desetogodišnji (2015.-2024.) i trogodišnji (2015.-2017.) plan razvoja distribucijske mreže HEP ODS-a, HEP ODS, lipanj 2015.
- [6] Desetogodišnji (2016.-2025.) plan razvoja distribucijske mreže HEP ODS-a s detaljnom razradom za početno trogodišnje i jednogodišnje razdoblje, HEP ODS, studeni, 2015.
- [7] Studija problematike prelaska mreže 10 kV na 20 kV u distribucijskom području Lepoglava - Ivanec u mreži DV Lepoglava-Golubovec i DV Lepoglava - Trakošćan" (Br. E-30A 5813, Končar – Institut za elektrotehniku, Zagreb, 24.12.1998.),