

Mladen Vuksanić  
HEP ODS  
[mladen.vuksanic@hep.hr](mailto:mladen.vuksanic@hep.hr)

Tomislav Baričević  
EIHP  
[tbaricevic@eihp.hr](mailto:tbaricevic@eihp.hr)

Goran Vidmar  
HEP ODS  
[goran.vidmar@hep.hr](mailto:goran.vidmar@hep.hr)

Vitomir Komen  
HEP ODS  
[vitomir.komen@hep.hr](mailto:vitomir.komen@hep.hr)

Anđelko Tunjić  
HEP ODS  
[andelko.tunjic@hep.hr](mailto:andelko.tunjic@hep.hr)

Tanja Marijanić  
HEP ODS  
[tanja.marijanic@hep.hr](mailto:tanja.marijanic@hep.hr)

## PRIJELAZ SN MREŽE HEP ODS-A NA 20 KV POGONSKI NAPON – STANJE, AKTIVNOSTI I PLANOVI

### SAŽETAK

Gotovo četrdeset godina je prošlo od odluke HEP-a o sustavnom ugrađivanju opreme za pogon na 20 kV naponu u distribucijsku mrežu 10 kV napona te preko deset godina od uvođenja sustavnog planiranja razvoja na razini HEP ODS-a, a potom i ulaganja u pripremu SN mreže. Navedeno je vrlo dobar razlog za osvrnuti se na tijek aktivnosti i učinke takvih odluka na stanje distribucijske mreže HEP ODS-a.

Nakon desetak referata o metodologiji planiranja i projektima objavljenih na savjetovanjima HO CIRED po ovoj temi, želja je autora napraviti svojevrсни „jučer-danas-sutra“ presjek stanja i aktivnosti.

Trenutačno stanje mreže 20 kV napona, najznačajnije aktivnosti i projekti u tijeku, osvrt na preostali investicijski portfelj te nova metodologija i smjernice za planiranje ključne su cjeline referata.

**Ključne riječi:** 20 kV mreža, jučer-danas-sutra, projekti, nova metodologija

## HEP DSO MV NETWORK TRANSITION TO 20 KV VOLTAGE LEVEL – STATUS, ACTIVITIES AND PLANS

### SUMMARY

Forty years have passed since HEP's decision to install 20 kV equipment in the 10 kV distribution network, and over ten years since the introduction of systematic development planning in HEP DSO, and investment in the preparation of the MV network. This is a very good reason to look back on the course of activities and the effects of such decisions on the state of the distribution network of HEP ODS.

After a dozen expert articles on planning methodology and individual projects published at the HO CIRED conferences on this topic, the author's desire is to make a kind of "yesterday-today-tomorrow" cross-section of the situation and activities.

20 kV voltage network as is, ongoing significant activities and projects, remaining investment portfolio and the new methodology for planning are key points of the article.

**Key words:** 20 kV network, yesterday-today-tomorrow, projects, new methodology

## 1. UVOD

Uključivanje prelaska pogona SN mreže s 10 kV napona na 20 kV pogonski napon u planiranje dugoročnog razvoja distribucijske mreže sustavno je započeto u HEP ODS-u izradom studije „Perspektiva prijelaza SN mreže na 20 kV“ iz 2009. koju je izradio Energetski institut Hrvoje Požar iz Zagreba.

Operativno korištenje metodologije i zaključaka iz navedene studije provodilo se je kroz posebne analize rađene u sklopu izrade studija razvoja distribucijskih mreža po distribucijskim područjima.

Sustavno centralno planiranje ulaganja u pripremu srednjonaponske mreže HEP ODS-a za prijelaz i pogon na 20 kV naponskoj razini započelo je tijekom 2013. godine u sklopu aktivnosti izrade Plana investicija HEP ODS-a za 2014.g. kojim je pokrenut poseban investicijski program isključivo za ovu namjenu.

Preko deset godina iskustva sustavnog pristupa planiranju prelaska s 10 kV na 20 kV pogonski napon u HEP ODS-u, kao i velik broj (desetak) stručnih referata o metodologiji planiranja i pojedinačnim projektima prijelaza na 20 kV pogonski napon na savjetovanjima HO CIRED, bili su veliki poticaj grupi autora ovim referatom napraviti po prvi puta svojevrсни „jučer-danas-sutra“ presjek stanja i aktivnosti.

U referatu se kroz četiri cjeline:

- obrađuje stanje pripremljenosti za 20 kV napon i pogona srednjonaponske mreže HEP ODS-a na 20 kV naponu,
- daje pregled nekoliko značajnih projekata prelaska dijelova mreže na 20 kV napon,
- opisuje važne promjene obuhvaćene novom metodologijom i smjericama za ocjenu potencijala i prioritizaciju dijelova mreže za prelazak na 20 kV te
- daje osvrt na preostali investicijski potencijal i portfelj s procjenom za potpuni prelazak 10 kV mreže na 20 kV napon.

## 2. POSTOJEĆE STANJE 20 KV NAPONA U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI

### 2.1. Udio pojnih točaka SN mreže u pogonu i/ili pripremljenih za 20 kV napon

Prilikom pripreme i prelaska dijelova distribucijske mreže na 20 kV pogonski napon, ključno je osigurati izvorište 20 kV napona tj. imati pojnu točku spremu rad na 20 kV naponu, a potom se može u manjoj ili većoj mjeri, ovisno o mogućnostima i uvjetima u mreži, pripremati prelazak okolne mreže. Stoga je analiza i pregled stanja pripremljenosti i pogona na 20 kV naponu iznimno važna za ukupnu ocjenu o spremnosti mreže.

Ukupan broj pojnih točaka SN mreže u distribucijskoj mreži sa stanjem na kraju 2022. godine iznosi 441 od čega su 144 pojne točke VN/SN tj. gornje naponske razine 110 kV ili višeg napona te 297 pojnih točaka SN/SN, gornje naponske razine 35 ili 30 kV.



Slika 1. i 2. Udjeli postrojenja u pojnim točkama prema spremnosti i pogonu na 20 kV naponu

Od navedene 144 pojne točke VN/SN, njih 37 ima samo 35 ili 30 kV srednjonaponsku razinu te će se, zbog jednostavnosti i pod pretpostavkom da uz manje korekcije takva postrojenja mogu postati izvorišta 20 kV napona, no čvrsto uvjetovane okolnostima i uvjetima u 35(30) kV mreži, dalje izuzeti iz razmatranja.

Preostalih 107 pojnih točaka VN/SN koje imaju postrojenje naponske razine 10 ili 20 kV, a gledajući prema broju polja njihovih postrojenja, imaju 43% postrojenja u pogonu na 20 kV naponu, 43% postrojenja

u pogonu na 10 kV naponu i pripremljenih za pogon na 20 kV naponu te 14% onih na 10 kV naponu koje je potrebno rekonstruirati za pogon na 20 kV naponu (Slika 1.).

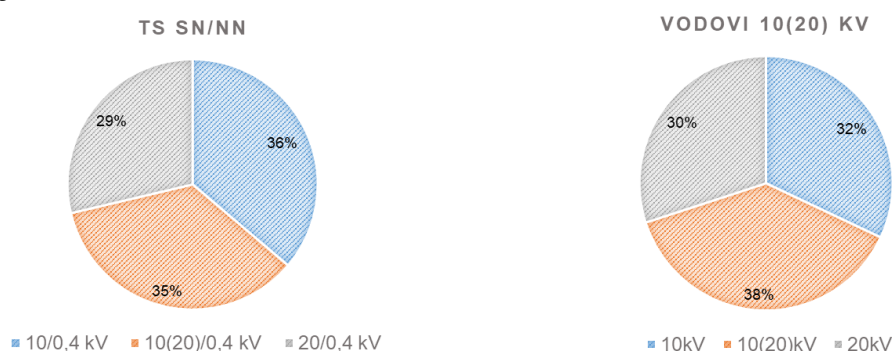
Kod pojnih točaka SN/SN situacija je nešto manje povoljna nego kod VN/SN jer je tek oko 12% postrojenja u pogonu na 20 kV naponu, još ih je spremno daljnjih oko 31%, a čak 57% postrojenja trenutno nije pripremljeno za pogon na 20 kV naponu (Slika 2.).

Iako su energetske transformatori integralni dio pojnih točaka, s obzirom da ih je moguće prema potrebi premješati između transformatorskih stanica, nije ih se detaljno analiziralo po stanicama.

Imajući na umu strategiju HEP ODS-a da se dio postojećih pojnih točaka SN/SN može napustiti uvođenjem izravne transformacije u pojnim točkama VN/SN i prelaskom na 20 kV napon, prezentirano stanje smatra se zadovoljavajućim i dostatnim za kvalitetan daljnji razvoj 20 kV napona u distribucijskoj mreži.

## 2.2. Generalni pokazatelji udjela 20 kV vodova i TS 20/0,4 kV u 10(20) kV mreži

Kao i za pojne točke, u nastavku se daje osvrt na 10(20) kV distribucijsku mrežu sa stanjem na kraju 2022. godine, zasebno za vodove i za TS SN/NN.



Slika 3. i 4. Udjeli spremnosti i pogona na 20 kV naponu za TS SN/NN i vodove 10(20) kV

U distribucijskoj mreži HEP ODS-a ukupno je u pogonu oko 38.000 km vodova naponske razine 10 kV ili 20 kV. Oko 30% ukupne duljine vodova je već u pogonu na 20 kV, slijedi oko 38% duljine vodova u pogonu na 10 kV naponu i pripremljenih za pogona na 20 kV naponu te preostaje oko 32% vodova na 10 kV naponu koji su izvedeni opremom koja ne podržava pogon na 20 kV.

Analizirajući podatke vodova prema izvedbi, u slučaju nadzemnih vodova oko 25% je u pogonu na 20 kV naponu, oko 27% je u pogonu na 10 kV i spremno za 20 kV te preostaje oko 48% izvedeno opremom za pogon na 10 kV naponu dok je u slučaju podzemnih i podmorskih kabela situacija dosta povoljnija te je oko 36% duljine kabela u pogonu na 20 kV, oko 51% je na 10 kV naponu i s izolacijskom razinom primjerenom za 20 kV pogon te je samo oko 13% duljine kabela na 10 kV naponu i s izolacijskom razinom koja nije dovoljna za pogon na 20 kV naponu.

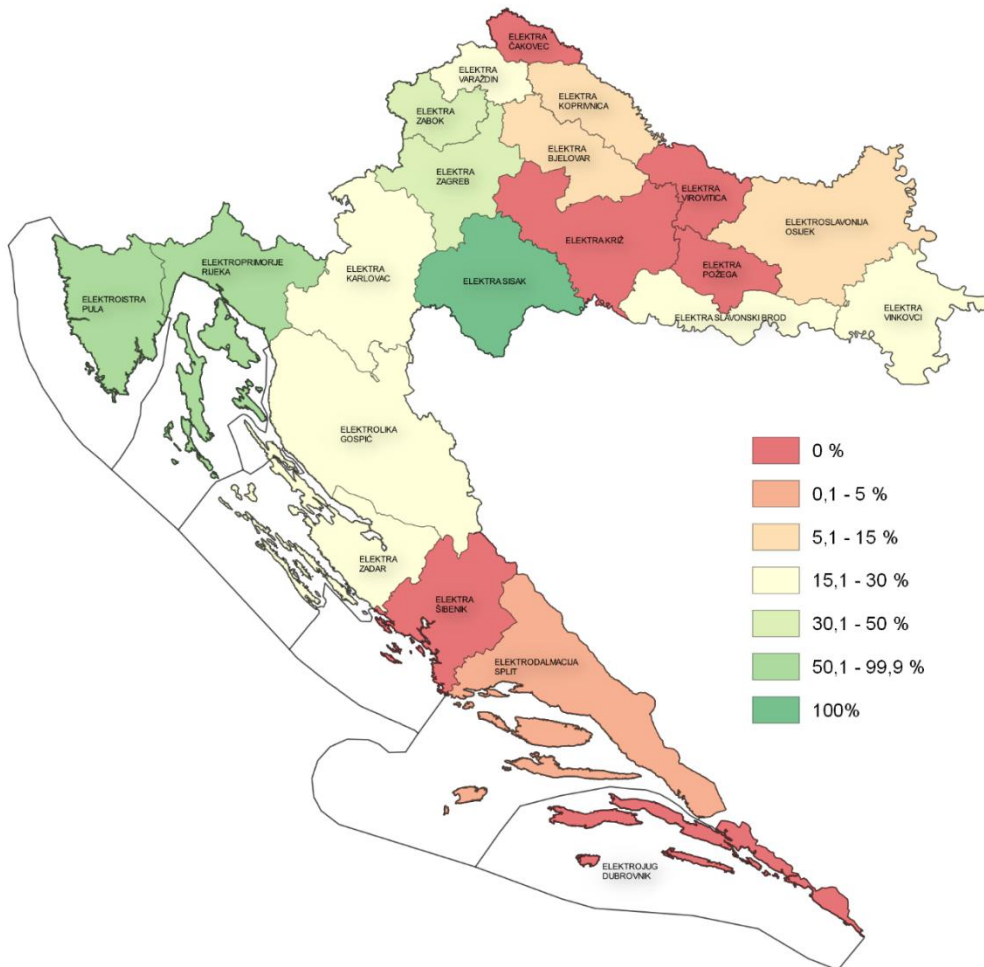
Analizom TS SN/NN može se utvrditi sličan omjer kao i kod vodova. Na ukupnoj razini je tako njihov oko 29% već u pogonu na 20 kV naponu, sljedećih 35% je izvedeno opremom koja omogućuje pogon na 20 kV naponu te preostaje oko 36% TS SN/NN koje su u pogonu na 10 kV naponu te ujedno nisu izvedene opremom koja omogućuje pogon na 20 kV naponu.

Gledajući prema tipu transformatorske stanice, kabelske, stupne i tip tornjić, u najvećem udjelu u pogonu na 20 kV su stupne s 29% i kabelske s 31% njihovog broja, dok je tip tornjić zastupljen s tek oko 16%. U smislu udjela nepripremljenih transformatorskih stanica za 20 kV napon, najveći udio je kod tipa tornjić (oko 60%), slijede stupne (oko 39%) te konačno kabelske (oko 28%).

Navedeni pokazatelji jasno odražavaju aktualnu strategiju razvoja distribucijske mreže i tipizaciju elemenata mreže te se, slično kao i za pojne točke, može ustvrditi da predstavljaju dobru osnovu za daljnja ulaganja i razvoj udjela 20 kV napona u distribucijskoj mreži.

## 2.3. Trendovi razvoja 20 kV mreže po distribucijskim područjima

Slikom 5. prikazana je karta distribucijskih područja s karakterističnim udjelima 20 kV napona u mreži DP-a.



Slika 5. Prikaz karte distribucijskih područja s karakterističnim udjelima mreže u pogonu na 20 kV naponu

Stanje razvoja 20 kV napona u mreži po distribucijskim područjima vrlo je raznoliko. S jedne strane, pojedini DP-i nemaju niti jedan dio mreže u pogonu na 20 kV naponu, dok je Elektra Sisak je u potpunosti prešla s 10 kV naponske razine na 20 kV napon.

Pored prethodno spomenute Elektre Sisak, s velikim udjelom 20 kV napona u mreži još se izdvajaju Elektroprimorje Rijeka koje je u završnoj fazi projekta potpunog prelaska na 20 kV, potom slijede Elektra Zagreb i Elektroistra Pula s oko 50% udjela mreže na 20 kV.

Osim navedenih DP-a potrebno je istaknuti i Elektru Zabok, Elektru Vinkovci i Elektru Zadar koje osim što imaju zavidan udio 20 kV napona u mreži, mogu se pohvaliti i vrlo dobrim napretkom u završetku projekata prijelaza na 20 kV napon u prethodnim godinama.

### 3. ZNAČAJNI PROJEKTI U TIJEKU

Kroz godine iskustva na planiranju i praćenju ulaganja u pripremu elemenata distribucijske mreže za rad na 20 kV pogonskom naponu došlo se do spoznaje o ključnim pretpostavkama i načelima za uspješnu, odnosno optimalnu tranziciju 10 kV mreže na 20 kV napon.

Najvažnije takvo razmatranje je da su najuspješniji oni projekti na dijelovima mreže s najvećim udjelom opreme za rad na 20 kV naponu, a pogotovo ukoliko su neposredna i okolne pojne točke 10(20) kV mreže pripremljene za novi napon. Ključni razlozi su svakako kraće vrijeme potrebno za realizaciju, ali posljedično i manji financijski zahtjevi te izbjegavanje usklađenja dinamike pripreme pojne točke zajedno s vodovima i TS SN/NN.

Projekte pri svome kraju, a pogotovo kada se radi o dovršetku velikih cjelina mreže, npr. mreža cijele terenske jedinice ili čak cijelog distribucijskog područja, potrebno je u najvećoj mogućoj mjeri poticati kroz izradu planova investicija, jer se njima ostvaruje sinergijski učinak, postoji najviša motivacija u samom

izvođenju zahvata na terenu te se u konačnici ostvaruje novo stabilno stanje mreže na samo jednoj naponskoj razini, onoj 20 kV.

Važno je istaknuti da se kroz praksu pokazuje djelotvornim sva distribucijska područja uključiti s primjerenim projektima prijelaza 10 kV mreže na 20 kV napon kako bi se u narednom razdoblju ostvario učinkovit prijelaz cjelovite mreže HEP ODS-a. Razlog takvom razmišljanju je primjetan svojevrsan „strah od nepoznatog“ koji se očituje znatno usporenijom dinamikom pripreme mreže, a pogotovo i samog prebacivanja na 20 kV napon, u područjima gdje takav projekt još nije niti jednom realiziran.

U nastavku, nakon kraćih crtica o načelima planiranja projekata i pripadajućih ulaganja, dužnu pažnju bi posvetili kraćem opisu najznačajnijih projekata u HEP ODS-u u pogledu opsega, važnosti i uspješnosti provedbe.

### **3.1. Prijelaz Rijeke na 20 kV napon**

Prijelaz na 20 kV sredjonaponske mreže Elektroprimorja Rijeka započeo je sredinom 70-tih godina strateškim odlukama o ugradnji električne opreme sa izolacijom za napon 24 kV, te planiranjem i izgradnjom mreže na 20 kV, temeljeni na studijama dugoročnog energetskog razvoja. Razrađena su optimalna tehnička rješenja za pojedine dijelove mreže i temeljem tehno-ekonomskih analiza definiran dinamički plan realizacije.

Do kraja 80-tih godina izvršen je prijelaz na 20 kV mreže područja Gorskog kotara, a do kraja 90-tih područja Raba. Prijelaz na 20 kV mreže područja Opatija, Crikvenice i Krka izvršen je tijekom 2000-tih godina, a područja Cresa i Lošinja 2014. godine.

Od tada se planski intenzivnije započelo raditi na prijelazu na 20 kV mreže na području Grada Rijeka, usporedo s izgradnjom TS 110/20(10) kV iz Programa Rijeka, koje su preduvjet za realizaciju prijelaza. Time su stvoreni preduvjeti za izradu dinamičkog plana prijelaza na 20 kV mreže Grada Rijeka i time cjelovitog prijelaza na 20 kV SN mreže Elektroprimorja Rijeka.

#### **3.1.1. Program Rijeka**

Program Rijeka je višegodišnji program izgradnje novih i rekonstrukcije postojećih TS 110/20(10) kV koji je postavio temelje budućih snažnih izvora 20 kV napona u distribucijskoj mreži Rijeke. U sklopu Programa izgrađene su TS 110/20(10) kV Sušak, TS 110/20-35 kV Rijeka, TS 110/20 kV Turnić snage 2x40 MVA i TS 110/20 kV Zamet, s priključcima na 110 kV mrežu i sredjonaponskim 20 kV kabelskim raspletom. Posljednja u nizu, TS 110/20 kV Zamet, odmah je puštena u pogon na 20 kV naponu. Rekonstrukcijom postojeće pripadajuće mreže za prijelaz na 20 kV ostvaren je uspješan prijelaz tog dijela mreže na 20 kV.

Sastavni dio Programa je i potpuna automatizacija 20 kV mreže koja obuhvaća u ovoj fazi:

- daljinsko upravljanje s više od 15% TS 20/0.4 kV,
- ugradnju naprednih brojila i monitoring uređaja u sve TS 20/0.4 kV, te
- ugradnju indikatora kvarova u kabelsku SN mrežu.

#### **3.1.2. Prijelaz SN mreže grada Rijeka na naponsku razinu 20 kV**

Prijelaz preostale postojeće 10 kV mreže na naponsku razinu 20 kV uz istovremeno napuštanje mreže naponske razine 35 kV je dugogodišnji posao koji se planirano završava u trogodišnjem razdoblju od 2020. do 2023. u šest faza.

Mreža na području TS Zamet u potpunosti je prešla na 20 kV napon prilikom puštanja TS u pogon tijekom 2021. godine i nije dio projekta u spomenutih šest faza.

Prijelaz na 20 kV mreže na području TS Turnić planiran je u dvije faze (faza 1 i faza 2 projekta), TS Rijeka u tri faze (faza 3, faza 4 i faza 5), dok je prijelaz mreže na području TS 110/10(20) kV Sušak planiran samo u jednoj, posljednjoj fazi (faza 6).

Prijelaz na 20 kV mreže na području TS Turnić (faza 1 i 2 – zapadni dio grada) s približno 145 trafostanica i 100 km SN kabelskih vodova, pripremljen je 2021. godine osim industrijskih mreža 3. maja i Lučke uprave Rijeka, a proveden u opsegu faze 1 na 20 kV napon krajem 2022. godine.

Mreža TS Rijeka (faza 3 i 4) obuhvaća zapadni i središnji dio grada s približno 150 trafostanica i 100 km SN kabela, u završnoj je fazi realizacije pripreme za 20 kV napon. Posebni izazov je prijelaz industrijske 10 kV mreže Lučke uprave Rijeka koja se povijesno razvijala samostalno na velikom obalnom dijelu grada te rekonstrukcija postojeće TS 35/10 kV Industrija radi napajanja industrijske mreže

brodogradilišta 3. maj. Preostali dio mreže TS Rijeka u središnjem dijelu grada (faza 5) planira se pripremiti za 20 kV napon nakon faza 3 i 4.

Faza 6 prijelaza na 20 kV mreže istočnog dijela grada i prigrada na području TS Sušak s približno 140 trafostanica i 105 km SN kabela, je u fazi pripreme i provedbe postupaka ugovaranja, s planiranim završetkom u 2023. godini. Fazom 6 je obuhvaćen poseban izazov prijelaza na 20 kV napon postojeće industrijske mreže Viktor Lenac.

Slijedom navedenog te uz povoljne uvjete u realizaciji preostalih rekonstrukcija i zamjena elemenata u mreži te potom i prebacivanja na 20 kV pogonski napon, projekt bi se mogao završiti tijekom 2023. godine čime bi se na razini cijelog Elektroprimorja Rijeka ne bi bilo distribucijske mreže u pogonu na 10 kV.

### **3.2. Ostali veći projekti u tijeku**

Kako je uvodno u poglavlju 3. već istaknuto, namjera je planiranjem ovakvih projekata u širem opsegu potaknuti brži daljnji razvoj 20 kV napona u distribucijskoj mreži te je u gotovo svakom distribucijskom području HEP ODS-a u tijeku jedan takav projekt. U nastavku je u kratkim crtama istaknuto nekoliko najznačajnijih aktivnosti odnosno ulaganja u tijeku u HEP ODS-u.

#### **3.2.1. Grad Zagreb**

S već dosta dugom tradicijom prelaska na 20 kV napon te s oko 50% ukupne SN mreže na 20 kV naponu, Elektra Zagreb se može pohvaliti gotovo potpuno pripremljenom i u velikoj mjeri prebačenom mrežom vanjskih pogona odnosno terenskih jedinica (preostao je manji dio na istočnom dijelu).

U samom urbanom gradskom dijelu manji dio mreže je već na 20 kV naponu (zapadni i jugozapadni dio), a brojni su projekti pripreme mreže u tijeku (SN mreže iz pojmih TS 110/SN EL-TO, Jarun, Sopot, Ksaver, Ferenščica, Sesevete), a poneki od njih su i pri samome kraju.

U samom gradu Zagrebu, projekti prijelaza na 20 kV napon u pravilu prate izgradnju novih pojmih točkaka 110/10(20) kV s izravnom transformacijom i realiziraju se zajedno sa značajnim ulaganjima u izgradnju novih KB raspleta na srednjem naponu iz tih TS, jer su takvi projekti zbog svoje robusnosti i korištenja istih javnih koridora (izgradnja novih SN kabelskih vodova i zamjena postojećih 10 kV kabela) praktički neodvojivi jedni od drugih.

Veći projekti i ulaganja u tijeku obuhvaćaju mrežu iz TS Ferenščica, Ksaver, EL-TO i Sopot.

#### **3.2.2. Program Vukovar**

Odlukom Vlade RH o značajnim ulaganjima u široke infrastrukturne projekte na području Vukovara pokrenut je program ulaganja u distribucijsku mrežu. Ulaganjima navedenim programom će se, između ostaloga, zamijeniti dotrajala oprema u transformatorskim stanicama te stari kabeli srednjeg napona s 12 kV izolacijskom razinom.

Dovršetak navedenih ulaganja osigurali bi se preduvjeti za prelazak oko 100 TS SN/NN na 20 kV pogon čime bi se ostvario prelazak velikog dijela urbane mreže na novi napon. Isto tako bi se ostvarile pretpostavke i znatno olakšao prelazak preostale vangradske mreže Vukovara i prigradskih naselja na 20 kV napon. Time bi se udio mreže u pogonu na 20 kV naponu u Elektri Vinkovci približio polovici ukupne mreže.

#### **3.2.3. Ostala ulaganja**

Elektroistra Pula tradicionalno prednjači s razvojem 20 kV napona u mreži i danas je taj udio oko polovice ukupnog broja TS SN/NN. U tijeku je dovršetak ulaganja u pripremu preostale mreže terenske jedinice Labin i istočne obale Istre za prelazak na 20 kV napon, a potom bi preostale dvije velike cjeline, konkretno, distribucijske mreža terenske jedinice Buje i urbana mreža Grada Pule.

Elektra Zabok se ističe izrazitim napretkom u posljednjih deset godine čime je udio mreže na 20 kV naponu dosegao jednu trećinu.

Još se mogu istaknuti projekti i napredak u posljednjih osam do deset godina (od početka sustavnog planiranja takvih ulaganja na razini HEP ODS-a) u Elektri Koprivnica (područje Ludbrega i vangradska mreža oko Koprivnice), Elektri Bjelovar (posebno ostvarenje kroz prvotnu pripremu i prebacivanje urbane mreže u gradu Bjelovaru, a tek potom ruralne mreže) te Elektri Zadar (prelazak terenske jedinice Nin i mreže otoka Paga te priprema za puštanje u pogon nove TS Poličnik odmah u pogon na 20 kV naponu – terenska jedinica Posedarje).

#### **4. INVESTICIJSKI POTENCIJAL ZA PRIJELAZ PREOSTALE MREŽE NA 20 KV NAPON**

Uzimajući u obzir iskazano u poglavlju 2., može se grubo zaključiti da je preostalo oko jedne trećine distribucijske sredjonaponske mreže koja nije izvedena za pogon na 20 kV naponu. Radi pojednostavljenog izračuna preostalog investicijskog potencijala za pripremu preostale mreže zahvati na postrojenjima i vodovima mogu se grupirati u nekoliko kategorija:

- Zamjena 10 kV postrojenja i transformatora u pojnim točkama najvišeg napona 110 kV,
- Zamjena 10 kV postrojenja i transformatora u pojnim točkama najvišeg napona 35 kV,
- Zamjena SN opreme i/ili transformatora u transformatorskim stanicama SN/NN,
- Zamjena opreme na 10 kV nadzemnim vodovima te
- Zamjena 10 kV kabela.

Uzimajući okvirne vrijednosti za navedene zahvate prema sličnim zahvatima proteklog razdoblja, uz uvažavanje trendova kretanja cijena pojedine opreme i sl. u istom razdoblju, dolazi se do grube procjene od oko 400 do 500 mil. € investicijske vrijednosti.

Ukupna ulaganja godišnjeg plana investicija HEP ODS-a bez ulaganja iz naknade za priključenje kreću se oko razine 100 mil. €, a ista se odnose na ukupan investicijski portfelj HEP ODS-a (ostale elemente mreže i sve naponske razine, mjerne uređaje, SDV i automatizaciju te poslovnu infrastrukturu). Posebnim investicijskim programom ulaganja u završnu fazu pripreme sredjonaponske mreže za skori prelazak na 20 kV napon (ulaganja u rekonstrukcije TS 10/0,4 kV i vodove 10 kV, u načelu bez ulaganja u pojne točke koja su predmet zasebnog investicijskog programa kapitalnih ulaganja) godišnje se uloži oko 6 do 7 mil. €. Ostalim programima ulaganja poput kapitalnih ulaganja, revitalizacije dotrajale opreme pa čak i u posebnim slučajevima, odnosno zahvatima na mreži koji proizlaze iz postupka priključenja, također se uložuje značajna sredstva u prilagodbu preostalih dijelova mreže za 20 kV napon, čime se značajno pridonosi postizanju krajnjeg cilja.

Zbog svega navedenog, jasno je da je projekt potpunog prelaska 10 kV mreže na 20 kV naponsku razinu složen i izrazito dugoročnog karaktera, grubo procijenjeno u trajanju još dvadeset godina. Kako bi se uspješno realizirao kompletan projekt, nužno je stalno propitivati kako dodatno optimirati ulaganja u pogledu usklađenosti s ostalim zahtjevima razvoja distribucijske mreže, ali i u pogledu ostvarenja što veće koristi za mrežu i korisnike uz utrošak što manje raspoloživih resursa.

Nešto više o pristupu planiranju i optimiranju ulaganja tj. na koji način se želi mudro odgovoriti na postavljene izazove daje se u sljedećem poglavlju.

#### **5. NOVA METODOLOGIJA I MODEL ZA OCJENU PERSPEKTIVE PRIJELAZA SN MREŽE S 10 KV NA 20 KV NAPON**

Ulaganja u prijelaz na 20 kV pogonski napon u HEP ODS-u planirana su po metodologiji višekriterijske analize uvedenoj 2009. godine. Iskustva u zadnjih deset godina upućivala su na sve veće zahtjeve za kvalitetnije planiranje te je 2020. godine uvedena unaprijeđena metodologija i model u programskom alatu MS Excel za usporedbu troškova i koristi projekata prijelaza na 20 kV pogonski napon temeljen na modernim trendovima analiza iz područja upravljanja imovinom, kao što su AIM/CBRM i CBA [3].

Način planiranja prije nove metodologije ukazivao je na izazove koje je bilo potrebno nadvladati kako bi se podigla kvaliteta planiranja projekata prijelaza na 20 kV napon, pri čemu se ističe:

- Nužno smanjivanje cjelina za analizu radi fleksibilnosti u planiranju i brže realizacije,
- Korist od prijelaza na 20 kV nije uvažavala veličinu mreže koja je bila obuhvaćena te
- Analiza nije obuhvaćala vremensku komponentu.

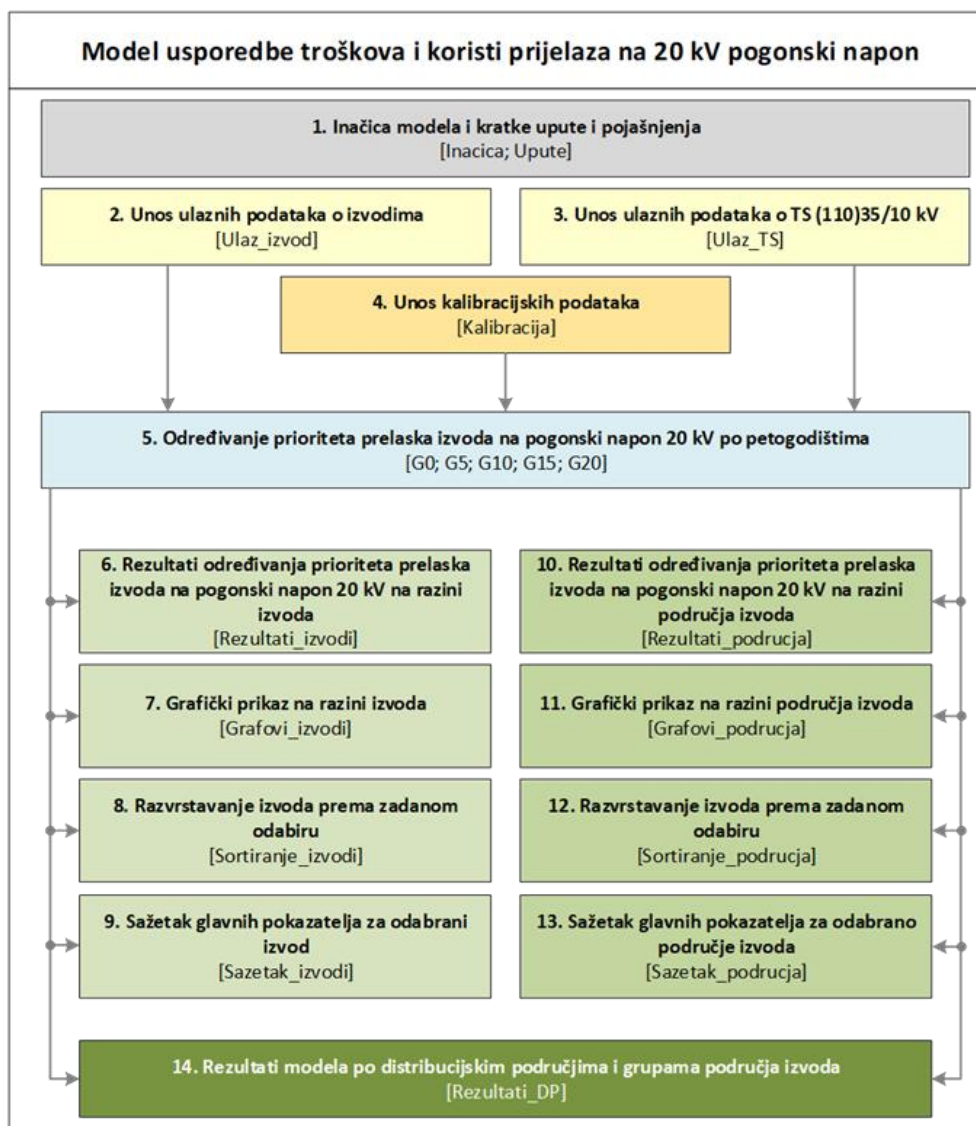
Nova metodologija i model usporedbe troškova i koristi prijelaza na pogonski napon 20 kV zasniva se na usporedbi koristi i troškova prijelaza s 10 kV na 20 kV napon te uključuje dva glavna područja unapređenja:

- detaljnu analizu u pogledu prostorne dimenzije, uvođenjem:
  - vrednovanja učinaka promjene pogonskog napona na razini SN izvoda i
  - prikaza rezultata na razini proizvoljno definiranog područja (grupe SN izvoda)
- vremensku dimenziju analize u petogodišnjim razmacima koja obuhvaća:
  - porast (promjenu) opterećenja i priključenje mogućih novih većih korisnika

- efekt starenja opreme i njihove zamjene novima kroz redovnu obnovu i
- smanjenje troškova prijelaza na 20 kV modeliranjem zamjene komponenata.

Novi pristup ocjeni prioriteta prijelaza na 20 kV je maksimalno korištenje podataka o mreži pri izradi studije dugoročnog planiranja razvoja SN mreža, konkretnije:

- modeliranje mreže u programskom paketu za analizu i planiranje mreža za detalje o postojećem i predviđenom budućem stanju opterećenja i pouzdanosti te
- analize upravljanja imovinom (AIM/CBRM metodologijom) na temelju detaljnih podataka o mreži i njenom stanju radi utjecaja na povećanjem pouzdanosti zamjenom dotrajalih elemenata.



Slika 6. Shema modela usporedbe troškova i koristi prijelaza na 20 kV pogonski napon

Na temelju ulaznih podataka i kalibracijskih parametara model računa pokazatelje pogona izvoda na pogonskom naponu 10 kV i 20 kV, vrednuje koristi i troškove te daje pokazatelje prioriteta prijelaza na 20 kV napon na razini pojedinih izvoda za promatrane karakteristične godine (od G0 do G20) [3].

Na temelju skupnih pregleda pokazatelja perspektive prijelaza na 20 kV po izvodima te na temelju saznanja o uklopnim stanjima 10(20) kV mreže i mogućnostima rezervnog napajanja između pojedinih izvoda, korisnik modela treba osmisliti potencijalna područja prijelaza grupa izvoda na 20 kV tj. smislene cjeline mreže koje je moguće prebaciti na 20 kV napon. Za takve cjeline će se potom objediniti rezultati po izvodima te time dobiti lista prioriteta po smislenim funkcionalnim cjelinama koje se potom definiraju kao projekti.



Dinamička analiza koristi i troškova u pet karakterističnih godina dvadesetogodišnjeg razdoblja (G0 – G20) može se koristiti za pojednostavnjenu interpretaciju rezultata u smislu ekonomske opravdanosti ulaganja u prijelaz na 20 kV. Za tu svrhu uvedeni su razredi isplativosti koji odražavaju omjer godišnje koristi od prijelaza i ukupnog investicijskog troška: R11 [0%, 1%), R12 [1%, 3%), R13 [3%, 5%), R14 [5%, 8%) i R15 [8%, ∞).

Pojednostavnjeni kriterij ekonomske opravdanosti projekata prijelaza na 20 kV načelno se treba tumačiti na sljedeći način:

1. ulaganje treba provesti kada je omjer koristi i troškova veći od 5% (R14 i R15)
2. ulaganje ne treba provesti dok omjer koristi i troškova ne bude veći od 3% (R11 i R12)
3. ulaganje treba provesti neovisno o ekonomskoj opravdanosti ako druga analiza pokaže da je takvo rješenje najpovoljnije od svih promatranih relevantnih rješenja
4. ako su nakon točaka 1. – 3. na raspolaganju dodatna sredstva, mogu se razmotriti ulaganja za područja s R13 (od 3% do 5%).

Obzirom na složenost nove metodologije i analize prema novom modelu, isto će se dalje provoditi u sklopu novog ciklusa izrade studija razvoja srednjonaponske mreže po distribucijskim područjima ili njihovim većim dijelovima. Uz manja pojednostavljena model je moguće koristiti i u pojedinačnim slučajevima izvan studija, no isto zahtijeva izradu modela mreže u odgovarajućim alatima za analizu i provođenje analiza koje se standardno rade u studiji razvoja (npr. kod analize složenijih priključenja na mrežu i sl.).

Izradom novih studija razvoja za distribucijska područja tj. provođenjem ovakvih analiza na cijeloj distribucijskoj mreži u RH dobila bi se kvalitetna lista prioriteta projekata prijelaza na 20 kV napon odnosno dobar plan kako optimalno doći do konačnog cilja i napuštanja 10 kV naponske razine u mreži.

## 6. ZAKLJUČAK

Kako je uvodno istaknuto, namjera je bila ovim radom prikazati postojeće stanje tranzicije distribucijske mreže tj. napuštanja 10 kV naponske razine i prelaska na 20 kV naponsku razinu, opisati neke značajne aktivnosti i projekte u tijeku, kao i dati uvid u odabir i planiranje takvih projekata do konačnog prelaska cijele mreže na 20 kV, a čime bi se napravio kvalitetan presjek i uvid u cjelovitu problematiku.

Nada je autora da se ovim radom uspjelo u takvoj namjeri te da je zainteresirana stručna osoba dobila kvalitetne informacije iz ovog područja razvoja distribucijske mreže.

## 7. LITERATURA

- [1] HEP Vjesnik, glasilo HEP Grupe, Broj 1/2022, Godina XXXVI
- [2] Optimiranje metodologije i kriterija za ocjenu perspektive prijelaza srednjonaponske mreže na 20 kV pogonski napon, studija, EIHP, Zagreb, 2020.
- [3] M. Vuksanić, T. Baričević, A. Tunjić, Ž. Plantić, G. Vidmar, M. Pavelić: „Nova metodologija i model za ocjenu perspektive prijelaza srednjonaponske 10 kV mreže na 20 kV pogonski napon“, 15. savjetovanje HRO CIGRÉ, Šibenik, 7. – 10. studeni, 2021., referat C6-09