

mr.sc. Ivica Radetić, dipl.ing.el.
HEP ODS, Elektroprimorje Rijeka
ivica.radetic@hep.hr

Sandro Jelenić, mag.ing.el.
HEP ODS, Elektroprimorje Rijeka
sandro.jelenic@hep.hr

Josip Friš, mag.ing.el.
HEP ODS, Elektroprimorje Rijeka
josip.fris@hep.hr

ANALIZA USPJEŠNOSTI RADA POD NAPONOM U ELEKTROPRIMORJU RIJEKA

SAŽETAK

U Elektroprimorju Rijeka je nužnost i svrsishodnost rada pod naponom, u slučaju rada na niskonaponskim nadzemnim mrežama (koje su u potpunosti izolirane), razmatrana te praćena od završetka prve faze uvođenja krajem 2015., kad je cjelokupni elektromonterski kadar koji se bavi radom na NN mrežama osposobljen za rad pod naponom. U proteklom petogodišnjem razdoblju ovaj se način rada na NN mrežama u Elektroprimorju pokazao ne samo kao nezaobilazan, već i najučestaliji.

Već postoje razne analize utjecaja rada pod naponom na pouzdanost opskrbe električnom energijom, unutar svjetskih i europskih okvira. Namjera je ovog referata kroz pokazatelje izvedbe ovakvih radova – statistike izvršenih radova odnosno izdane dokumentacije za rad po pojedinoj organizacijskoj jedinici Elektroprimorja s jedne strane, odnosno pokazatelja pouzdanosti i raspoloživosti opskrbe električnom energijom pri planiranim prekidima na niskonaponskim mrežama u nadležnosti tih jedinica s druge strane, dati korelaciju u svrhu neposrednog saznanja o učincima primjene rada pod naponom u niskonaponskoj elektrodistributivnoj mreži. Uspoređujući te rezultate sa svjetskim iskustvima, s osvrtnom na specifičnosti distributivne mreže u Hrvatskoj, mogu se dati zaključci o smjeru implementacije rada pod naponom u budućnosti.

Glavne riječi: rad pod naponom, niskonaponska mreža, dokumentacija za rad, pokazatelji pouzdanosti i raspoloživosti

LIVE WORK EFFICIENCY ANALYSIS IN ELEKTROPRIMORJE RIJEKA

SUMMARY

Live work necessity and usefulness in Elektroprimorje Rijeka, implemented in fully isolated overhead LV network, has been considered and traced following the completion of the first phase of implementation in the late 2015., when the complete operating personnel that practices LV network work was trained for live work. Over the past five years, this mode of operation on LV networks in Elektroprimorje has proved to be inevitable and the most common.

There are already various analyzes of the impact of live work on the security of electricity supply, within the world and European frameworks. The purpose of this paper is to give, through indicators of the performance of such works correlation for the immediate knowledge of the effects of applying live work in a low voltage power distribution network twofold: with the statistics of completed works or issued work documentation on individual organizational unit of Elektroprimorje on the one hand, and indicators of reliability and availability of electricity supply at planned interruptions on low-voltage networks in the jurisdiction of these units on the other. Comparing these results with world experience, with reference to the specifics of the distribution network in Croatia, conclusions can be made about the direction of implementation of live work in the future.

Key words: live work, LV network, work documentation, reliability and availability indicators

1. UVOD

Kroz prethodna razmataranja [1] već je dana ocjena opravdanosti uvođenja rada pod naponom (RPN) kao mnogo više od trenutnog trenda, odnosno određena je kao nužnost, čija se implementacija u operatoru distribucijskog sustava može samo sve više koristiti, s ciljem da u pojedinim vrstama poslova, prije svega rada na nadzemnim niskonaponskim mrežama, bude dominantna vrsta rada. Navedeno je povezano i sa sustavnom revitalizacijom niskonaponske mreže ugradnjom izoliranog samonosivog kablenskog snopa. Pojedini su organizacijski dijelovi HEP ODS-a predmetnu revitalizaciju izvršili, ili su u visokoj fazi gotovosti, pa je prilika da se na primjeru Elektroprimorja Rijeka, distribucijskog područja čija je kompletna niskonaponska nadzemna mreža izolirana, izvede konkretna analiza opravdanosti i uspješnosti rada pod naponom.

Za uvođenje, zatim praćenje svrsishodnosti RPN te izvođenje zaključaka o opravdanosti, osim strateške odluke posloводства, nužno je i primjereno dimenzioniranje, povezano s određenjem na kakvim će se postrojenjima RPN standardno izvoditi, kakvi su radni zadatci u opsegu radova i kakva je potrebna osposobljenost i kadrovska struktura operativnih radnika. U ovom referatu isto ćemo približiti opisom stanja RPN u Elektroprimorju, statistike izvršenih radova ovim načinom rada te povezati s pokazateljima pouzdanosti i raspoloživosti.

2. STANJE RADA POD NAPONOM U ELEKTROPRIMORJU RIJEKA

Elektroprimorje Rijeka je još 2005. započelo s projektom uvođenja RPN, s planiranjem prvih osposobljavanja, što je rezultiralo prvim osposobljavanjima u HEP - Nastavno obrazovnom centru (NOC) u Velikoj tijekom 2007. Slijedeći val osposobljavanja je započeo 2010. godine i do proljeća 2011. su izdana uvjerenja o osposobljenosti za prvih 20-ak operatera. Prema programu primjene RPN na razini društva iz travnja 2015. intenzivnije se u svim distribucijskim područjima pristupilo osposobljavanju za RPN, što je već krajem 2015. u Elektroprimorju rezultiralo sa 62 operatera s ovlaštenjem za RPN te 24 rukovodnih radnika s položenim informativnim tečajem. Ovlaštenje je do 2017. bilo dano po izvršenom osposobljavanju po programu „RPN – Elektromonter specijalist na NN nadzemnim mrežama“, a od 2017. po jedinstvenom programu „RPN – Elektromonter specijalist na NN“ koji se u HEP NOC-u počeo primjenjivati temeljem objedinjavanja tri dotadašnja odvojena programa zahtjevima korisnika RPN.

U tablici I. je navedeno aktualno stanje u Elektroprimorju. Sveukupno je Elektroprimorje u NOC-u obučilo preko 120 operativnih radnika, no nakon provedene reorganizacije tvrtke te s tim povezanih odlazaka dijela radnika, trenutno je stanje manje od povijesnog maksimuma. Iz predstavljenih podataka vidljivo je da ukupno 75 radnika ima ovlaštenje za RPN. Ujedno je još 14 montera u procesu pribavljanja predmetnog ovlaštenja.

Tablica I. Osposobljenost za RPN u Elektroprimorju Rijeka – stanje prosinac 2019.

ODJEL / TERENSKA JEDINICA	BROJ RADNIKA SA OVLAŠTENJEM ZA RPN
ODJEL ZA KABELSKJE MREŽE	5
ODJEL ZA NADZEMNE MREŽE	7
ODJEL ZA TRANSFORMATORSKE STANICE	4
TJ RIJEKA 1	7
TJ RIJEKA 2	2
TJ RIJEKA 3	5
TJ OPATIJA	8
TJ RAB	6
TJ CRES-LOŠINJ	6
TJ CRIKVENICA	4
TJ KRK	6
TJ SKRAD	8
ODJEL ZA UPRAVLJANJE MJ. UREDAJIMA	5
ODJEL ZA UPRAVLJANJE MREŽOM	2

Ujedno je znakovito da nema organizacijske jedinice s operativnim osobljem koja nema barem par montera s predmetnim ovlaštenjem. U suradnji s HEP NOC-om izrađena je i specifikacija minimalnog alata i opreme za rad na samonosivom kabelskom snopu (SKS) metodom RPN u dodiru. Alat i oprema su u dvije veće izvršene nabave pribavljeni tijekom 2011. i 2016. Godine te distribuirani u sve navedene organizacijske jedinice. Stanje opremljenosti se kontinuirano prati zajedno s ostalim statističkim pokazateljima te se obnavljaju zalihe, pogotovo potrošnog dijela opreme (izolacijske rukavice, prekrivke i slično).

U Elektroprimorju se izvođenje RPN prati kroz četiri kategorije planiranih radova:

1. radovi na izgradnji elektroenergetske mreže i postrojenja, uključujući produženja mreža radi priključenja novih kupaca na mrežu u nadležnosti HEP ODS-a,
2. radovi na održavanju elektroenergetske mreže i postrojenja,
3. radovi na izgradnji priključenja kupaca,
4. radovi na održavanju i uređenju mjernih mjesta te zamjeni brojila.

Navedene kategorije su proizašle iz primijenjenih propisa – internih akata društva, višegodišnjih iskustava na učestalosti pojedine kategorije RPN, praktičnoj primjenjivosti i s tim povezanom izvršenim osposobljavanjima i opremanje alatima i sredstvima za rad. One su djelomično modificirane u odnosu na kategorije navedene u internim aktima na način da su pojedine kategorije razdvojene (npr. produžeci mreža i priključenja, koji su jedna kategorija u aktima), a pojedine zbog niske razine učestalosti i neplanskog pristupa nisu niti kategorizirane (interventni radovi stalnih pogonskih službi).

3. STATISTIKA RADA POD NAPONOM U ELEKTROPRIMORJU RIJEKA

Statistika RPN se prati na kvartalnoj razini, po navedenim kategorijama radova i po pojedinoj organizacijskoj jedinici te se analiziraju pojedinačni učinci. U tablici II. je primjer jednog kvartalnog izvještaja iz 2019. Iz navedene statistike vidljivo je da većina organizacijskih cjelina Elektroprimorja redovno primjenjuje RPN, a najučestalija kategorija je izvedba priključenja, s više od polovice od ukupnog broja izdanih naloga za RPN. Manjkavost ove statistike je što nije vidljiv pojedinačni učinak, odnosno primjena RPN na razini operativnog radnika, već na razini odobrenja za rad što ga traži organizator rada (broj izdanih dopusnica) i rukovoditelja radova pojedine radne grupe (broj izdanih naloga za rad za RPN). Isto je moguće izlučiti iz pojedinačne obrade naloga za RPN, iz koje je vidljivo da su i radnici organizacijskih jedinica koji imaju manji broj izdanih naloga za rad bili dio radnih grupa koje su izvršavale RPN.

Tablica II. Izvršeni RPN po kategorijama u Elektroprimorju Rijeka – 1.kvartal 2019.

2019 1. kvartal	2019 1. kvartal	BROJ IZDANIH NALOGA ZA RPN								
	OKM	ONM	OTS	TJ RIJEKA 1	TJ SKRAD	TJ CRIKVENICA	TJ KRK	ODJEL ZA UPRAVLJANJE E MJERNIM UREĐAJIMA	TJ OPATIJA	Ukupno
Izgradnja i produžeci mreža	0	0	0	4	0	2	2	0	2	10
Održavanje	8	24	0	1	5	1	2	0	5	46
Priključenja objekata	0	1	0	35	0	8	4	3	34	85
Uređenje MM, Nalog za izmjenu brojila i sl.	0	0	0	0	2	1	0	9	0	12
Ukupno	8	25	0	40	7	12	8	12	41	163

2019 1. kvartal	2019 1. kvartal	BROJ IZDANIH DOPUSNICA ZA RPN						
	OKM	OTS	TJ RIJEKA 1	TJ SKRAD	TJ CRIKVENICA	TJ KRK	ODJEL ZA UPRAVLJANJE MJERNIM UREĐAJIMA	Ukupno
Dopusnica za RPN (pojedinačna i/ili trajna)	4	0	7	9	3	4	2	29
Ukupno	4	0	7	9	3	4	2	29

Gledajući u apsolutnim omjerima, od ukupno izdanih 643 naloga za rad u rečenom kvartalu u Elektroprimorju Rijeka, 153 naloga su bila za RPN, što čini nezanemariv udjel od 24%, dakle gotovo četvrtina svih naloga za rad. S druge strane, broj dopusnica za RPN je gotovo zanemariv u odnosu na ukupan broj izdanih dopusnica za rad, ispod 5%, jer se u Elektroprimorju Rijeka izvršavanje RPN dominantno izvodi na temelju izdanih trajnih dopusnica za RPN. Razlog je što se trajne dopusnice za RPN izdaju za uobičajene radne postupke, poput izvedbe SKS nadzemnih priključaka i jednostavnih (kratkih) produživanja postojećih SKS linija (strujnih krugova) za potrebe priključenja, koje su izdane sukladno važećoj dokumentaciji za rad pod naponom [2]. Samo se za veće zahvate, poput sanacije i/ili rekonstrukcije NN nadzemnih mreža te realizacije većih/specifičnih produženja mreža za svaki konkretan radni zadatak traže posebne dopusnice za RPN, neovisno o tome je li pojedini operateri paralelno posjeduju i trajne dopusnice za RPN. Nakon probnog perioda od tri jednomjesečne dopusnice za RPN, većina operatera s redovnim zadacima na priključenjima, koristi važeće šestomjesečne dopusnice za RPN na nadzemnim izoliranim mrežama.

Ovakav je način evidencije ujedno i dobrodošao alat izdavateljima dopusnica za RPN, a uobičajeno je da je to organizacijska jedinica mjerodavna za vođenje pogona u pojedinom distribucijskom području. Bez obzira što implementacijom RPN nestaje neposredna i kontinuirana koordinacija s izdavateljima dopusnica, mjerodavnih za upravljanje mrežom o planiranim radovima na toj mreži, nužno je da se ta komunikacija uspostavi drugačijim mehanizmima. Ispočetka je, tijekom perioda 2011.-2014. godine, međusobna koordinacija bila na tjednoj razini pomoću posebnog kreiranog obrasca. Usporedno je organizacijska jedinica mjerodavna za vođenje pogona na temelju tih obrazaca kreirala evidenciju tih radova vežući ih uz važeće dopusnice za rad pod naponom. U svrhu pojednostavljenja dokumentacije, od 2014. se primjenjivao unaprijeđeni pristup: jedna kopija izdanog naloga za RPN se prosljeđivao u Službu za vođenje pogona. U trenutnom stanju, izložena kvartalna sumacija stanja je prijelazno razdoblje. Za očekivati je da će se digitalizacijom dokumentacije za rad, čije se uvođenje očekuje uskoro, statistike i evidencije RPN još bolje povezati u svrhu analize predmetnih radova.

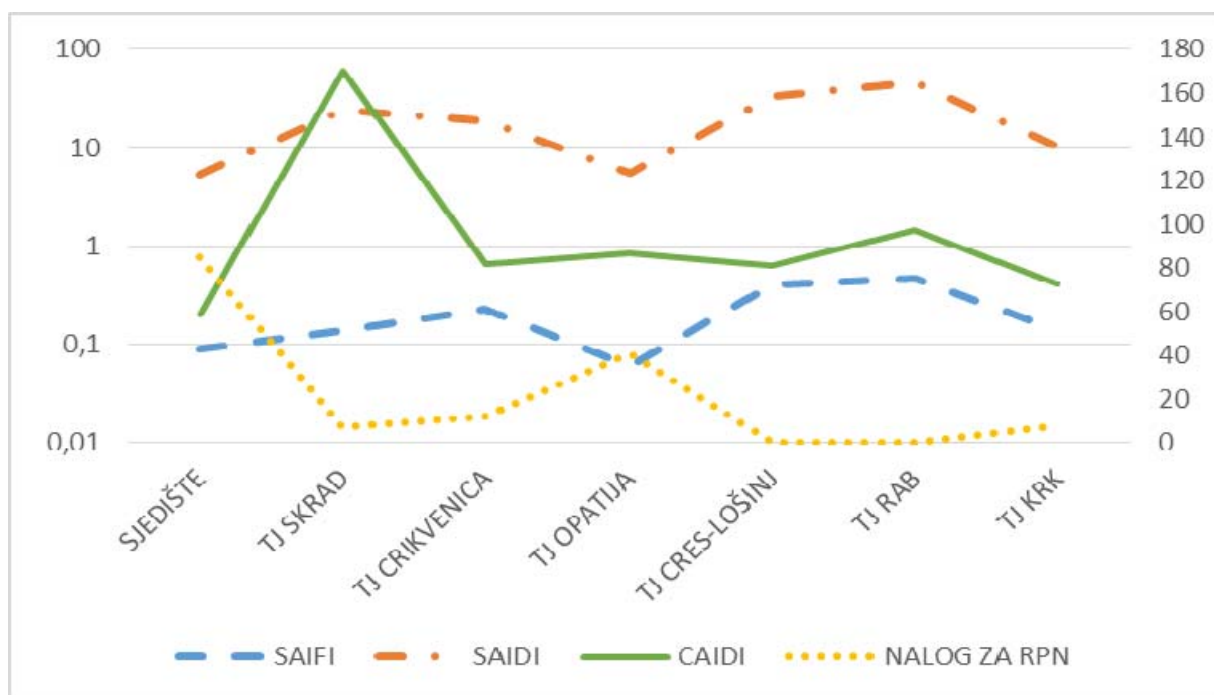
4. ANALIZA PROMJENE POKAZATELJA POUZDANOSTI I RASPOLOŽIVOSTI NA NN MREŽI UČESTALOM PRIMJENOM RPN

Za potrebe analiza pokazatelja, dajemo pregled istog kvartala 2019. godine, prema pokazateljima pouzdanosti i raspoloživosti SAIDI (srednje trajanje prekida napajanja sustava po korisniku mreže), SAIFI (srednja učestalost prekida napajanja sustava po korisniku mreže) i CAIDI (srednje trajanje prekida napajanja kupaca) u tablici III.

Tablica III. SAIDI, SAIFI i CAIDI u Elektroprimorju Rijeka – 1.kvartal 2019.

Naziv OJ	Pogođeno kupaca	Minuta*kupaca	Ukupno kupaca	SAIFI	SAIDI	CAIDI
SJEDIŠTE	9.090	530.357	100.777	0,09	5,26	58,35
TJ SKRAD	2.312	393.260	16.136	0,14	24,37	170,1
TJ CRIKVENICA	5.236	427.723	23.119	0,23	18,5	81,69
TJ OPATIJA	1.710	147.846	26.357	0,06	5,61	86,46
TJ CRES-LOŠINJ	5.227	421.905	12.825	0,41	32,9	80,72
TJ RAB	3.689	357.801	7.799	0,47	45,88	96,99
TJ KRK	4.214	306.973	30.401	0,14	10,1	72,85
Ukupno:	31.478	2.585.865	217.414	0,14	11,89	82,15

Usporedimo li grafičke prikaze tablice II. i III. po organizacijskim jedinicama, vidljiva je obrnuta proporcionalnost izdane dokumentacije za RPN s pokazateljima pouzdanosti i raspoloživosti u Elektroprimorju Rijeka na 0,4 kV naponskoj razini. Prema slici 1. SAIFI je u promatranom kvartalu bio nizak, prosječno 0,14 na razini cijelog distribucijskog područja, prosječni SAIDI 11,89, a prosječni CAIDI 82,15. Navedena korelacija je posebno vidljiva u terenskim jedinicama izvan sjedišta Elektroprimorja, gdje je lako moguće razaznati utjecaje. Usporedimo li statistiku TJ Skrad i TJ Opatija, povećanje naloga za RPN direktno smanjuje trajanje prekida kod kupaca, i obratno. Naravno, RPN nije jedini faktor utjecaja na predmetne pokazatelje: velik je utjecaj karakter mreže (nadzemno/podzemno), pogonskog stanja napajanja (isključivo radijalno ili ne) te količina teritorijalne disperzije kupaca. Navedeni faktori su u slučaju TJ Skrad više izraženi te je, pogotovo kod pokazatelja CAIDI, očit veliki porast. U odnosu na (manji) udio broj kupaca predmetne TJ u ukupnom broju kupaca Elektroprimorja, navedeno ne predstavlja veći otklon srednje vrijednosti predmetnog pokazatelja cijelog Elektroprimorja.



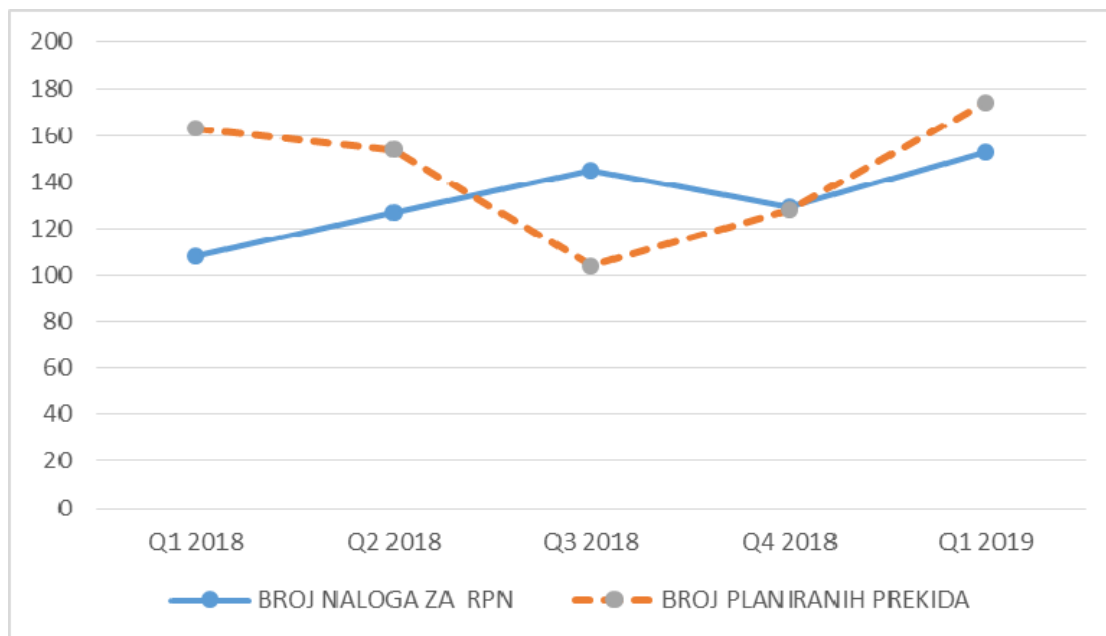
Slika 1. Obrnuta proporcionalnost dokumentacije za RPN i pokazatelja pouzdanosti i raspoloživosti na 0,4 kV – 1. kvartal 2019.

Za potrebe povezivanja ovih parametara s uvođenjem RPN u Elektroprimorju, uputno je analizirati (više) godišnji trend, u našem slučaju, prikupljene podatke za period od početka prvog kvartala 2018. do kraja prvog kvartala 2019. Važno je napomenuti da se u promatranim podacima sagledavaju samo planirani prekidi, kako bi se učinkovito povezala relacija kretanja pokazatelja s povećanjem RPN u Elektroprimorju. Radi boljeg sagledavanja, prethodno se u tablici IV. daje sumarni broj izdanih naloga za RPN u promatranom razdoblju.

Tablica IV. Broj naloga za RPN u Elektroprimorju Rijeka u periodu 1.kvartal 2018. – 1. kvartal 2019.

	Q1 2018	Q2 2018	Q3 2018	Q4 2018	Q1 2019
BROJ NALOGA ZA RPN	108	127	145	129	153

Bez obzira na uočljiv utjecaj godišnje sezone (manji broj RPN u zimskom periodu), vidljiv je uzlazni trend izvršavanja standardnih radnih postupaka metodom RPN, za kojeg je očekivati da će u nekoj budućoj fazi doći do granice zasićenja. Početna pretpostavka je da je u Elektroprimorju u pitanju približno 180 kvartalno izdanih naloga za RPN. Navedeno se namjerava daljim kvartalnim izvještavanjima pratiti te prilagođavati sadašnje procjene. Izvjesno je da u jednom trenutku daljnje povećanje broja RPN neće biti u linearnoj korelaciji s pokazateljima raspoloživosti i pouzdanosti, što je očekivano. Međutim, što preciznija i točnija definicija tog broja bit će značajniji faktor u planiranju optimalnog raspoređivanja operativnih radnika i načina izvršavanja pojedinih radnih zadataka.



Slika 2. Broj planiranih prekida na 0,4 kV Q1 2018. – Q1 2019. u korelaciji s brojem naloga za RPN

Na slici 2. je grafički prikazana korelacija podataka o broju izdanih naloga za RPN s brojem planiranih prekida na 0,4 kV po pojedinom promatranom kvartalu koja pokazuje dobru uprosječenost RPN u Elektroprimorju. Ukoliko bi se pobliže analizirale vrste radova, prevladavajući je tip radova na izgradnji priključenja, što je i logično s obzirom na učestalost, relativnu jednostavnost te primjerenost upotrebe metode RPN u dodiru.

5. ZAKLJUČAK

Uvođenjem statističkog praćenja izdavanja dokumentacije za RPN i sustav praćenja distribucijske pouzdanosti [3] dobivene su velike mogućnosti analiziranja arhiviranih podataka na najrazličitije načine. U svrhu dokazivanja nužnosti i opravdanosti uvođenja i daljnjeg potenciranja maksimalnog mogućeg izvođenja odgovarajućih radnih zadataka metodom RPN, ovaj je referat pokušao približiti početne postavke izdvajanjem ključnih podataka u neposrednoj prošlosti te iznijeti uočene međusobne ovisnosti.

S obzirom da su distributivna područja širom Hrvatske vrlo različita svojim teritorijalnim opsegom, karakterom mreže i karakterom potrošnje, bilo bi svrsishodno na razini operatora distribucijskog sustava doraditi jedinstveni sustav praćenja izvršenja planiranih radova metodom RPN kako bi se kvalitetnije povezao s aplikativnim sustavom praćenja pouzdanosti u distribucijskoj mreži. Iz navedenog povezivanja moguće su brojne pogodnosti kvalitetnijeg i detaljnijeg planiranja RPN u operatoru distribucijskog sustava na nacionalnoj razini, a u svrhu daljeg povećanja kvalitete opskrbe električnom energijom svođenjem relevantnih pokazatelja pouzdanosti i raspoloživosti na svjetske razine.

6. LITERATURA

- [1] S. Dubrović, I. Radetić, „Rad pod naponom – nužnost ili trend?“, 5. (11.) savjetovanje HO CIRED, Osijek, Hrvatska, svibanj 2016., SO6-13
- [2] „Bilten 239. – Opći uvjeti za izvođenje radova pod naponom na niskom naponu“, HEP-Nastavno obrazovni centar, 2011.
- [3] DISPO – Distribucijska pouzdanost, aplikativno rješenje HEP – ODS d.o.o., Sektor za vođenje pogona, Zagreb