

dr. sc. Viktor Lovrenčić, dipl. ing. el.  
C&G d.o.o. Ljubljana, Slovenija  
[viktor.lovrencic@c-g.si](mailto:viktor.lovrencic@c-g.si)

Ana Lovrenčić, dipl. ing. el.  
Univerza v Mariboru, FERI, Slovenija  
[ana.lovrencic@student.um.si](mailto:ana.lovrencic@student.um.si)

Matjaž Lušin, dipl. ing. el.  
C&G d.o.o. Ljubljana, Slovenija  
[matjaz.lusin@c-g.si](mailto:matjaz.lusin@c-g.si)

Zdenko Miletić, dipl. ing. el.  
HEP NOC, Velika  
[zdenko.miletic@hep.hr](mailto:zdenko.miletic@hep.hr)

## DESETOGODIŠNJE ISKUSTVO RADA POD NAPONOM U SLOVENSKOM ELEKTROENERGETSKOM SEKTORU

### SAŽETAK

U slovenskom elektroenergetskom sektoru uspješno primjenjujemo radove pod naponom (RPN) već jedno desetljeće. Prvo odobrenje održavatelju elektroinstalacija izdano je u Nuklearnoj elektrani Krško (NEK) u veljači 2009. Za potrebe elektroenergetskog sektora i industrije izrađeni su sustavni priručnici. Treba istaknuti desetogodišnju uspješnu suradnju HEP NOC-a i C&G-a. Uspješno je obučeno više od sto izvođača, montera i održavatelja, kao i više od sto koordinatora u elektroenergetskom, industrijskom i uslužnom sektoru. Može se reći da je postignuta impresivna razina učinkovitosti i uspješnosti RPN-a, pri čemu su sigurnost i zdravlje na radu u prvom planu. Sada se obavlja RPN na niskom (NN) i srednjem naponu (SN) – čišćenje transformatorskih stanica te ostaje još puno izazova, kako bi se metoda RPN u svim radnim sredinama češće primjenjivala i provodila s ciljem poboljšanja pokazatelja kvalitete električne energije.

**Gljučne riječi:** rad pod naponom, preventivno održavanje, siguran rad, povijest, deset godina

## TEN YEARS OF EXPERIENCE OF LIVE WORK IN THE SLOVENIAN ELECTRICAL POWER SECTOR

### SUMMARY

For the last ten years, we have been successfully carrying out live work (LW) in the Slovenian electrical energy field. The first authorisation to an electrical maintenance worker was issued in Krško Nuclear Power Plant (NEK) in February 2009. Systematic manuals were prepared for the electrical energy and industrial companies. It is important to emphasize ten years of successful cooperation between HEP NOC and C&G. We successfully trained more than one hundred lineman and maintenance workers and more than one hundred coordinators from the electricity companies, industrial and service sector. We have achieved an impressive level of efficiency and success in LW and safety and health at work was our main concern, so Slovenia did not have any dangerous situations and no accidents while carrying out LW. We now carry out LW on low voltage (LV) and medium voltage (MV) – cleaning transformer stations, but we still have many challenges ahead, primarily to implement the LW method in all working environments and use it more frequently with the aim to improve electrical energy quality indicators.

**Key words:** live work, preventive maintenance, safe work, experience, history, ten years

## 1. UVOD

Slovenska stručna zajednica prešla je dug put da bi postigla trenutni stupanj razvoja provedbe radova pod naponom (RPN) u slovenskom elektroenergetskom sektoru. Kako bismo danas mogli govoriti o desetogodišnjem iskustvu u primjeni RPN-a u Sloveniji, mora se imati na umu da je to ovisilo o učinkovitoj i uspješnoj vremenskoj usklađenosti mnogih očekivanja, interesa i želja dionika.

Razvoj i događanja u poduzećima koja provode RPN prate brojne zainteresirane strane odnosno dionici: iznutra rukovodstvo i zaposlenici (najviše rukovodstvo, rukovoditelji održavanja te sigurnosti i zdravlja, održavatelji, monter i mnogi drugi), a izvana vlasnici, potencijalni investitori, kupci električne energije, dobavljači tehnologije RPN te alata i opreme, institucije (zavodi, centri za obuku), profesionalne građanske organizacije (IEC, CENELEC, SIST, CIGRE, CIREC, IEEE, LWA), konkurencija na tržištu usluga RPN, uža i šira društvena zajednica (ministarstvo rada, inspektori rada, ministarstvo energetike, energetska regulatorna agencija, sindikati, međunarodna udruženja) [1,2].

Svaki od gore spomenutih dionika zbog specifičnosti svojih interesa ima vlastiti pogled na RPN. Dionici imaju različito razumijevanje RPN-a u pogledu organizacije i provedbe održavanja, kvalitete, sigurnosti i zdravlja na radu, učinkovitosti i uspješnosti odnosno ekonomskih i socioloških učinaka, te s gledišta obuke montera, nadogradnje sustava upravljanja i osiguranja zadovoljstva kupaca [1,2].

Činjenica je da je u svijetu prošlo više od sto godina, od kada se provedba RPN-a na srednjem naponu prvi put spominje u Sjedinjenim Državama. U literaturi postoji mnogo zapisa o počecima RPN-a u svijetu i Europi. Stručni izvori detaljno opisuju početke RPN-a u pojedinim zemljama; slažu se da je RPN na SN pokrenut 1913. godine u državi Ohio u SAD-u pomoću predimenzioniranog drvenog štapa (eng. disconnect sticks) [3- 5]. Jedna od rijetkih ruskih knjiga koja je nama dostupna na području RPN-a [6] spominje početke RPN-a u Sjedinjenim Državama još 1906. godine i daje kvalitativni pregled kronologije razvoja RPN-a [7].

Iza nas je desetljeće uspješnog uvođenja i provedbe RPN-a u slovenskom elektroenergetskom sektoru. Prvo odobrenje elektro održavatelju izdano je u Nuklearnoj elektrani Krško u siječnju 2009. U tom je razdoblju uspostavljen provjereni sustav RPN-a, pošto je preuzeta francuska metoda RPN sa tradicijom razvoja i rada. Za potrebe elektroenergetskog sektora i industrije izrađeni su sustavni priručnici.

Više od sto izvođača, održavatelja i montera, kao i više od sto koordinatora u elektroenergetskom (proizvodnja, distribucija i proizvodnja električne energije), industrijskom i uslužnom sektoru uspješno je osposobljeno.

Sustavna briga Konzorcija RPN-a i Projektne skupine RPN (Gospodarsko interesno združenje distribucije električne energije - GIZ DEE), uz stručno vodstvo i podršku C&G i HEP NOC-a u slovenskom elektroenergetskom sektoru, a posebno u distribuciji, omogućuje daljnji razvoj, jer su slovenski stručnjaci također uključeni u međunarodne organizacije RPN-a. Posebno je važno uključivanje slovenske struke u europsko LWA (Live Working Association) udruženje te u rad međunarodne CIGRE.

Sada kad se RPN učinkovito i uspješno primjenjuje na niskom (NN) i srednjem naponu (SN) – čišćenje transformatorskih stanica, ostaje još mnogo izazova za uporabu i primjenu RPN metode u svim pojedinačnim radnim okruženjima s ciljem poboljšanja pokazatelja pouzdanosti električne energije i smanjenja nepotrebnih isključenja tijekom preventivnog planiranog održavanja.

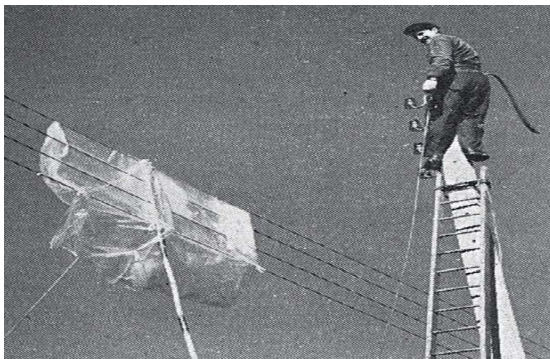
Opseg implementacije RPN-a na NN i SN trebao bi se povećati u svim distribucijskim okruženjima, posebno u onima koja još nisu donijela odluku o uvođenju RPN-a na NN i SN. Važno je također pratiti nove moderne tehnologije implementacije RPN-a i postići dugoročni cilj da svaki monter bude osposobljen i kompetentan za učinkovit i siguran RPN.

## 2. POVIJEST RAZVOJA RPN U SLOVENSKOM ELEKTROENERGETSKOM SEKTORU

### 2.1. Kratak pogled u stogodišnje iskustvo RPN u svijetu

Ograničeni broj stranica ovog članka onemogućava širu prezentaciju povijesti razvoja RPN-a. Dulji prilog na ovu temu dostupan je u disertaciji [1]. Činjenica je da je moguće iz svjetske povijesti razvoja implementacije RPN-a na svim naponskim razinama puno naučiti kao podršku u praksi.

Počeci primjene RPN-a trebaju se povezati s počecima korištenja i razvoja alata i opreme odnosno izoliranih ili izolacijskih štapova [1-3]. U početku su bili dostupni prirodni materijali odnosno suho drvo (limun, bambusovi štapovi) koji su dopuštali RPN samo na NN i SN [7,8]. Neki izvori spominju uporabu bambusovih štapova ili palica od drva, najčešće limuna, već od 1906. [7], pri čemu se spominje korištenje bambusovih štapova na NN i izolacijskih štapova na SN nakon 1960. (slika 1) u Francuskoj [3]. Higroskopsnost, t. j. sposobnost drveta da upija i ispušta vodu (dakle navlaživanje i sušenje) i ostalih materijala predstavljalo je ograničenje u korištenju štapova, jer je ugrožavalo sigurnu primjenu RPN-a na udaljenosti [8].



Slika 1. Zamjena NN potpornih izolatora pomoću bambusovih štapova (1960) i rad na udaljenosti s izolacijskim štapovima (1966) u Francuskoj [3]

Razvoj materijala koji su 1950-ima donijeli drvo presvučeno plastikom, kao i novi epoksidni materijali te staklena vlakna, omogućili su vrlo brzo povećanje naponske razine RPN-a, jer su novi materijali riješili problem prisutnosti vlage u drvenim štapovima. Tako je 1948. zatezni izolator na prijenosnom 287 kV dalekovodu Hoover Dam u Los Angelesu zamijenjen pomoću RPN [4,5].

Slike 2 i 3 prikazuju primjenu RPN-a i opreme za RPN u Sjedinjenim Državama u 1920-ima i 1930-ima. Fotografije iz tog razdoblja vrlo su rijetke [3].



Slika 2. Oprema za RPN u SAD-u v1920-ima [3]



Slika 3. RPN u SAD-u 1930-ima [3]

Razvoj novih materijala, kao što su 1948. godine drvene letvice presvučene plastikom ili u 1950-ima štapovi od smolom povezanih staklenih vlakana (FBGF - Rasin Bonded Glass Fibre) te moderni izolacijski štapovi od plastike ojačane staklenim vlaknima (FRP - Fiberglass Reinforced Plastic)

napunjene pjenom [4] omogućio je da RPN postupno prijeđe sa NN i SN na VN i UVN, za koje je danas uobičajeno 765 kV (Rusija, Brazil, SAD, Indija, JAR,...) [2].

Zahtjevi za primjenom RPN-a na sve većim naponima pokrenuli su razvoj novog načina RPN-a u kasnim 1950-ima, rad na potencijalu koji je dobio na značaju između 1960. i 1967. godine. U razvoju su sudjelovali američki i kanadski stručnjaci iz American Electric Power Service Operation, Ontario Hydro, Hydro Quebec, različiti proizvođači opreme i IEEE radna skupina [4]. Krajem 1960-ih, metoda RPN na potencijalu prvi je put provedena u SAD-u u laboratorijskim uvjetima u VN laboratoriju tvrtke Ohio Brass Company [4,5].

U ovoj razvojnoj točki dolazi do razlika u povijesnim zapisima, jer ruski autori [6] ističu da je RPN na potencijalu prvi put korišten 1945. u Rusiji, odnosno tadašnjem SSSR-u. Francuski stručnjaci primjećuju da su u Rusiji za vrijeme Drugog svjetskog rata bili prisiljeni uporabiti RPN metodu koja bi omogućila popravke na ekstremno dugim VN dalekovodima. Tada je prvi put u Rusiji korišten RPN na potencijalu [3].

Tako dolazi do podjela RPN metoda po podrijetlu, pri čemu francuski stručnjaci metodu RPN na sigurnoj daljini nazivaju »američko-švedskom«, a metodu RPN na potencijalu "ruskom" [3]. Ova se podjela uspostavila i u bivšoj Jugoslaviji te u Hrvatskoj [7].

Zanimljivo je da samo nekoliko zapisa među prvim izvođačima RPN-a spominje Poljsku koja je 2013. obilježila 80. obljetnicu RPN-a u Poljskoj, otkako su Poljaci započeli s primjenom RPN-a 1933. godine [9]. Detaljan pregled ruskog autora [10] pokazuje da su između 1920. i 1930. započeli s RPN-om na SN-u u Europi, točnije u Njemačkoj, Sovjetskom Savezu, Švicarskoj i Poljskoj.

Švedska je RPN počela koristiti nakon 1950., budući da su velike udaljenosti između proizvodnje električne energije i gradske potrošnje diktirale razvoj metode koja će spriječiti prekid dugih prijenosnih vodova [3].

U Francuskoj, velika državna tvrtka EDF, 1960. odlučila je pokrenuti RPN te su tako 1962. osnovali izuzetno važnu i danas veoma poznatu ustanovu SERECT (Section d'Études, de Réalisation et d'Expérimentation du Comité Technique) u Mulhouse, koja je razvijala metode RPN i alate za RPN [9]. Zbog složenosti, zanimljivosti i dostupnosti povijesnih podataka [3], razvoj RPN-a u Francuskoj posebno je detaljno opisan u prilogu studije [1].

Francuski razvoj RPN-a posebno je zanimljiv za Sloveniju, jer je 2007. godine usvojena francuska tehnologiju RPN kroz ugovor između C&G i HEP NOC [1].

Italija, odnosno ENEL pokrenula je postupak uvođenja RPN na temelju iskustva uvođenja RPN-a u Francuskoj odnosno EDF-u. Dulji zastoj uvođenja RPN-a u Italiji nastupio je kad je 1955. godine na snagu stupila uredba o zabrani provođenja RPN-a. Proces izmjene propisa bio je veoma dug te je 1980. državnom ENEL-u (danas poznato kao TERNA) bilo dopušteno da započne RPN na VN [11].

U 1970-ima su europske zemlje, Francuska (EDF), Ujedinjeno Kraljevstvo (UK ESI) te Danska i Norveška počele sudjelovati u standardizaciji alata za RPN-a i formirale interesnu skupinu, preteču tehničkog odbora IEC TC 78 (Live Working), koji je osnovan 1975. godine. Tehnički odbor IEC TC 78, sa svojim radnim skupinama, aktivno razvija strategiju za razvoj standarda za opremu, alate i osobne zaštitne opreme (OZO) za RPN te suvremenim zahtjevima postavlja visoke standarde kvalitete za proizvođače i korisnike opreme [1].

Šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog stoljeća pokrenut je razvoj RPN-a u zemljama istočne Europe: Mađarskoj, Istočnoj Njemačkoj (DDR), Rumunjskoj i drugdje [1,7].

U 1980-ima RPN se proširio na gotovo sve europske zemlje. Aktivnosti započinju i u Jugoslaviji, Sloveniji i Hrvatskoj, koja preuzima zadatak izgradnje jugoslavenskog poligona RPN (danas HEP NOC, Velika u Slavoniji kod Požege). Hrvatska je također prva u Jugoslaviji 1987. usvojila republički pravilnik kojim se odobrava i regulira RPN [1,7].

## **2.2. Razvoj RPN u Sloveniji u razdoblju 1961. – 1991.**

Kada proučavamo povijest razvoja RPN-a u Sloveniji, ne možemo izbjeći činjenicu da smo do 1991. bili u zajedničkoj državi Jugoslaviji (SFRJ). Stoga je potrebno predstaviti pregled povijesnih izvora iz tog razdoblja, a treba napomenuti da su mnogi zapisi iz tog razdoblja izgubljeni zbog čestih reorganizacija elektroenergetskih tvrtki u Sloveniji i Jugoslaviji. Tako česta arhivska selidba i nedostupnost privatnih zbirki predstavljaju ograničenje u ovom istraživanju.

Inicijativa za uvođenje RPN-a pojavila se u Sloveniji već 1961. godine. Tadašnja Elektrogospodarska skupnost Slovenije (EGS) pokrenula je prvo savjetovanje o RPN-u. U ovom savjetovanju sudjelovali su predstavnici elektroprivrednih tvrtki iz svih republika. Zaključci ovog savjetovanja bili su [12]:

- RPN treba organizirati da udovolji zahtjevima potrošača (posebno industrije) za nesmetano snabdijevanje električnom energijom,
- što se tiče uvođenja RPN potrebno je proučiti metode rada kako bi se postigla odgovarajuća sigurnost,
- RPN treba uvesti prvo na NN, a kasnije i postepeno na viši napon,
- trenutni tehnički propisi ne dopuštaju RPN i treba ih prilagoditi novim zahtjevima,
- treba ustanoviti odbor za RPN i četiri pododborna (za obuku osoblja, pripremu alata, obavljanje radova na NN, SN te na VN).

U razdoblju od 1961. do 1978. nije bilo većih pomaka na ovom području. Detaljan pregled aktivnosti Jugoslovenskog vijeća za velike elektroenergetske sustave (JUKO CIGRE) tijekom ovog razdoblja informira nas o ohrabrujućem pozitivnom odazivu naših stručnjaka, koji su pratili svjetske trendove i vrlo rano su prepoznali RPN kao tehnologiju budućnosti za prijenosnu i distribucijsku mrežu u Jugoslaviji [1].

Do prosinca 2015. je u Sloveniji važio Pravilnik o tehničkim propisima za rad i održavanje elektroenergetskih postrojenja iz 1968. godine, među slovenskim održavateljima poznat kao TP-8 (Elektrotehniška zveza Slovenije (snop 8): TEHNIŠKI PREDPISI za obratovanje in vzdrževanje elektroenergetskih postrojev; Ljubljana, ožujak 1968.) (Pravilnik, 1968; TP-8, 1968.). koji u točki 5.410 dozvoljava RPN na vodovima do 250 V. TP-8 (1968) je dozvoljavao RPN na NN u izuzetnim slučajevima koristeći izolirane alate i sigurnosne mjere; za takvu odluku bila je odgovorna osoba u poduzeću (poslodavac). Problem je nastao uvođenjem RPN-a iznad 1 kV odnosno preko 250 V, jer je pravilnik (TP-8, 1968.) zahtijevao suglasnost posebnog tijela. Nikada nije imenovan nijedan jugoslavenski niti republički posebni organ koji bi regulirao ovo pitanje. Dakle, do usvajanja republičkih propisa postojala je ozbiljna prepreka razvoju RPN na SN i VN distribucijskoj i prijenosnoj mreži [1].

U rujnu 1979. je Jugoslavenska konferencija elektroenergetičara (JUKO CIGRE) u okviru studijskog odbora SO 22 (Nadzemni vodovi) osnovalo radnu skupinu 22.06. »Rad pod naponom«. U prvom razdoblju rada ove skupine nisu postignuti značajniji rezultati i objavljeno je vrlo jasno upozorenje da je daljnji razvoj RPN u Jugoslaviji ovisan od promjene u zakonodavstvu odnosno o zakonu o sigurnosti na radu, republičkim pravilnicima i internim aktima u poduzećima [12, 13].

Skupština JUGEL-a (skupština Zajednice **JUG**oslavenske **EL**ektroprivrede smještene u Beogradu) je 1981. usvojila gransku normu GSE - 40/81 (Pravila i mjere za zaštitu na radu u elektroenergetskim objektima). Sektorski standard (JUGEL, 1981) bio je prvi jugoslavenski dokument, gdje se spominje mogućnost provedbe RPN na SN i VN mreži, dakle iznad 250 V. Na zasjedanju JUKO CIGRE u Opatiji (svibanj 1983) je skupina 22.06 reaktivirala svoj rad i pripremila program koji pokriva aktivnosti [12]:

- analizu potreba za prijelaz na RPN (tehnička i ekonomska analiza),
- analizu dosadašnjih RPN iskustava u svijetu,
- prijedlog načina RPN u okviru JUGEL-a,
- pregled mogućnosti RPN na postojećim nadzemnim vodovima u odnosu na različite strukture,
- potrebe za promjenom konstrukcije stupova i ovjesne te druge opreme,
- izradu prijedloga svih tehničkih i administrativnih odredbi za RPN,
- analizu potrebnih kadrova za pristupanju RPN-u,
- analizu strukture i vrste kadrova za provedbu radova,
- osposobljavanje potrebnog osoblja,
- potrebnu opremu (alate, vozila itd.),

- praćenje ove aktivnosti u drugim zemljama,
- prijedlog za zajednički školski poligon za usavršavanje kadrova za RPN.

Istovremeno, predloženo je da kvalificirana ustanova koja se bavi ovom problematikom prouči navedeni program u sklopu studije koju bi financirao JUGEL. Do realizacije izrade ove studije nije došlo, ali je aktivnost s konkretnim rezultatima provedena u nekim tvrtkama po pojedinim republikama. U okviru EGS nije organiziran poseban organ odgovoran za RPN, ali više puta su pokrenute akcije čiji je promotor bio uglavnom Elektroinštitut (EIMV), a navedeni su u nastavku [12]:

- Serija članaka o RPN u časopisu »Elektrogospodarstvo« (autor: Tone Logar).
- Predavanje o RPN v Elektroinštitutu dana 23. 9. 1982. (Predavanje je bilo organizirano u okviru međudržavne suradnje, koju je zajedno s Mađarskom organizirala EZS zahvaljujući višegodišnjoj suradnji između EDASZ iz Gyora i EZS; predavač je bio F. Fogarasi, dipl. ing.).
- Stručni posjet francuskih stručnjaka između 13. 12. i 17. 12. 1982 povezan je s planiranjem RPN u tadašnjoj državi. U okviru tog posjeta je u dvorani VTŠ Maribor održano predavanje s opširnom diskusijom, u kojoj su osim francuskih stručnjaka sudjelovali predstavnici JUGEL-a i svih distributivnih poduzeća na području Socijalističke republike Slovenije (SRS), EGS i Elektroinštituta. Nakon toga je uslijedio okrugli stol, na kojem je dogovoreno da EDF pripremi pismeni prijedlog programa za početak uvođenja RPN te opseg potrebnih kadrova za sva tri naponska područja – kategorije (1. kategorija: napon do 500 V izmjenično i 750 V istosmjerno; 2. kategorija: do 50.000 V; 3. kategorija: od 50.000 V dalje). EDF je u ožujku 1983. prosljedio elaborat, u kojem su francuski stručnjaci predstavili svoj prijedlog za uvođenje RPN na području SRS.
- Predavanje o RPN u Celju dana 20. 10. 1983 (autori: Vekoslav Korošec i Tone Logar).
- Prisustvovanje prikazu RPN na poligonu mađarske elektroprivrede u Sigetvaru. Prikaz je bio organiziran u okviru suradnje s Mađarskom između 11. 9. i 14. 9. 1983, a sudjelovali su predstavnici EGS, DES i EIMV.
- Sastanak radne skupine CIGRE 22.06 RPN od 20. 4. 1984. u Beogradu je razmatrao prikaz RPN u DDR-u. Spomenuto je da su u veljači 1984. Vijeće za prijenos električne energije JUGEL i Vijeće za distribuciju električne energije JUGEL predložili zaključke, koji se potpuno poklapaju sa zaključcima SO 22 - Nadzemni vodovi. Na ovom sastanku je bilo ponovno istaknuto da su glavni problem za brže pristupanje RPN-u propisi odnosno njihove promjene.

EIMV je EGS-u predložio studiju [12] u namjeri da sažme barem dio inozemnih iskustava s tog područja i na taj način pridonese rješavanju najkritičnijeg problema – prilagodbi tehničkih i administrativnih odredbi za izvođenje RPN našim uvjetima. Problematika RPN je u studiji bila predstavljena u vidu opširnog pregleda programa uvođenja RPN:

- pregled raspoložive regulative koja opredjeljuje RPN,
- kritička usporedba njemačke, francuske, talijanske i mađarske regulative,
- prijedlog organizacijskog pristupa pri uvođenju RPN na području SRS.

Studija [12] je dala usmjerenja za uvođenje RPN u SRS, a u privitku je predstavljen prijevod francuske publikacije UTE C 18-520 (Opće upute za RPN) - »Pregled zakonskih i tehničkih odredbi koje se odnose na rad pod naponom«.

Tijekom izgradnje 380 kV jugoslavenske prijenosne mreže »Nikola Tesla« krajem sedamdesetih godina prošlog stoljeća obavljeno je nekoliko posjeta u inozemstvu. U delegacijama, koje su otputovale u zemlje širom svijeta (Rusija, Francuska, SAD, Mađarska, itd.) bili su također i slovenski stručnjaci prijenosne i distribucijske mreže. Cilj posjeta stručnjaka prijenosne mreže bilo je prepoznavanje potencijalnog uvođenja RPN tijekom održavanja nove 380 kV mreže. Pojedina izvješća optimistično razmatraju ovu problematiku [1]:

- Jakl i Vučković (1985) detaljno su predstavili uporabu RPN i radova u blizini napona u prijenosnoj mreži. Ukazivali su na velike prepreke prilikom provedbe RPN u skladu s granskom normom GSE – 40/81 (JUGEL, 1981), koji u točki 3.6.2. omogućava RPN iznad 42 V pod određenim uvjetima. Republičke i gradske inspekcije nisu dozvolile

uporabu ove granske norme, jer nisu postajali savezni i republički propisi koji bi uređivali RPN.

- U distribuciji su bile aktivnosti RPN na NN (do 250 V) dozvoljene (TP-8, 1968). Elektrodistribucija Beograd (EDB), Milić i Barac (1985) primjećuju da su strukovne skupine EDB između 1981 – 1982 vrlo detaljno razradile program uvođenja RPN, koji je odobren od strane radničkog vijeća EDB u 1982.. EDB odlučio se za prijenos tehnologije za održavanje postrojenja 10 i 35 kV iz Istočne Njemačke (DDR). EDB je nakon potpisivanja ugovora sa tvrtkom Elektrotechnik odnosno VE Kombinat Verbundnetze Energie Berlin 1983. završio osposobljavanje šest montera i inženjera na poligonu u blizini Berlina. Ovaj ambiciozni projekt u EDB koji je obuhvaćao sve elemente od prijenosa tehnologije, izrade internih pravilnika i uputa, u praksi nije zaživio, jer propisi nisu slijedili ovim strukovnim ambicijama. Milić i Barac (1985) otvorili su također i raspravu o nužnosti sustavnog osposobljavanja električara u distribuciji, posebice u EDB. Predstavili su cjeloviti sustav organizacije osposobljavanja u EDB od montera do inženjera kao i nacrt projekta centra za obuku i poligona u napuštenoj TS 35/10 kV u Beogradu.

Aktivnosti RPN u Hrvatskoj bile su nešto intenzivnije, što je posljedica dugogodišnje suradnje Elektroslavonije, Osijek, i distribucijskog poduzeća DEDASZ, Pecs iz Mađarske. Ova mađarska tvrtka posjeduje Centar za RPN obuku na NN i SN koji su stručnjaci Elektroslavonije posjetili 22. 10. i 23. 10. 1985. godine. DEDASZ je tehnologiju RPN-a preuzeo u Francuskoj odnosno od EDF SERECT. Hrvatska, odnosno Zajednica elektroprivrednih organizacija Hrvatske (ZEOH) je kao nositelj RPN projekta u Jugoslaviji 1986. godine počela aktivno koordinirati akciju RPN. Mađarski stručnjaci su predstavili, odnosno demonstrirali RPN na SN nadzemnih vodovima u Osijeku 13. 5. 1986. Stručno vijeće za distribuciju ZEOH-a je 20. 6. 1986. ustanovilo komisiju za RPN. Ovo vijeće je 1987. godine izradilo program svih aktivnosti za provedbu RPN. Aktivirana je svejugoslavenska akcija osnivanja centra za obuku odnosno poligona za RPN u Slavoniji u Velikoj kod tadašnje Slavonske Požege (danas Požega). Skupština ZEOH- a usvojila je program RPN na svojoj sjednici 7. srpnja 1987. godine. Od Instituta za elektroprivredu iz Zagreba zatražena je izrada studije za RPN, a poduzeće Elektroslavonija iz Osijeka je dobilo zadatak vođenja gradnje Centra za obuku (današnji HEP NOC u Velikoj) [7].

Rezultat koordinirane akcije u Hrvatskoj bilo je donošenje prvog jugoslavenskog, odnosno republičkog propisa i njegova objava u Narodnim novinama 1987. godine. Propis je uređivao sigurnost u radu prilikom uporabe električne energije, a po prvi put je omogućavao implementaciju RPN na NN i SN, ali samo u Socijalističkoj republici Hrvatskoj (SRH). Elektroslavonija iz Osijeka je uz stručnu potporu mađarskih i francuskih elektroenergetskih tvrtki započela gradnju poligona za RPN travnja 1989. godine. Prezentacija iskustva EDF-a odnosno izvođenja RPN na VN nadzemnim vodovima održana je 22. 5. 1990. Prvi hrvatski instruktori za RPN na NN obučavali su se u Mađarskoj između 2. 5. i 25. 5. 1990. Sovjetski stručnjaci izveli su u Osijeku 22. 5. 1990 seminar remonta nadzemnih vodova od 110 do 400 kV. Nakon toga uslijedila je obuka hrvatskih instruktora za RPN na SN u EDF SERECT centru (5. 11. - 21. 12. 1990.), koji je bio završen obukom RPN na SN tijekom 16. 1. i 18. 1. 1991. na upravo izgrađenom poligonu HEP NOC-a u Velikoj u Hrvatskoj [7].

### **2.3. Razvoj RPN u Sloveniji u razdoblju 1991. – 2006.**

Nakon završetka studije [12], došlo je do potpunog zastoja aktivnosti na području RPN-a u Sloveniji. Jedan od mogućih razloga neaktivnosti može se naći u republičkom zakonodavstvu, odnosno u propisima zaštite na radu, koji nisu dopuštali RPN u tom razdoblju. Nakon višedecenijskog napora slovenskih stručnjaka za zaštitu na radu, posebno u elektroprivredi i za inspekciju rada, radna skupina je po uzoru na hrvatski propis (1987.), pripremila nacrt pravilnika o zaštiti na radu od strujnog udara, koji je objavljen u Uradnom listu RS br. 29/92. Pravilnik (1992.) koji je na snazi i dan danas. Članak br. 54 dopuštao je RPN pod posebnim uvjetima, ali do 2006. nije provedena nikakva aktivnost.

Zbog raspada Jugoslavije i početka rata u Hrvatskoj, razvoj RPN-a zastao je jedno desetljeće. Hrvatska vojska i kasnije izbjeglice iz BiH uselili su se u objekte HEP NOC-a u Slavoniji. Objekti su nakon napuštanja vojske i izbjeglica bili u vrlo lošem stanju.

Zbivanja u Hrvatskoj vrlo su važna za slovenski razvoj RPN-a, jer je međudržavna suradnja započela nakon što je HEP započeo s primjenom RPN-a. HEP, d. d., je 2000. godine pokrenuo projekt obnove poligona HEP NOC i obuke za RPN. Stručni tim HEP-a, odnosno hrvatske distribucije (danas HEP ODS) počeo je obnavljati kontakte nakon više od deset godina zastoja. Tako su stručnjaci iz HEP-a

2001. godine posjetili centre za obuku RPN-a u DEDSZ-u u Sigetvaru (danas E.on) u Mađarskoj i BSD u Dresdenu u Njemačkoj, a 2002. još EDF - SERECT u Mulhouseu, Francuska i CESI u Milanu, Italija. Nakon pažljivog razmatranja, odlučeno je da se prihvati prijenos tehnologije iz Francuske, što je potvrđeno ugovorom između HEP-a, d. d., i centrom EDF SERECT Mulhouse odnosno EDF International (danas dio RTE) od 28. 11. 2003. Ugovorom su bili predviđeni sljedeći koraci [12]:

- prijenos tehnologije RPN na NN (2004. godine) i RPN na SN (2005. godine),
- procjena stanja u HEP NOC-u (hrvatski propisi, tehnička rješenja, status poligona) (siječanj 2004.),
- EDF je napravio prijedlog smjernica i aktivnosti (ožujak 2004.),
- HEP, potvrđivanje i prihvaćanje daljnjih aktivnosti (lipanj 2004.),
- prijenos tehnologije RPN u HEP NOC – trening u Velikoj (lipanj - srpanj 2004.),
- obuka instruktora u SERECT-u (rujan 2004.),
- akreditacija HEP NOC za RPN na NN (studenj 2004.),
- prijenos tehnologije RPN na SN – rad na udaljenosti (ožujak 2005.),
- prijenos tehnologije RPN na SN - čišćenje (srpanj 2005.),
- isporuka izolirane hidraulične platforme za RPN na SN (veljača 2006.),
- prijenos tehnologije RPN na SN – kombinirana metoda (travanj 2006.),
- akreditacija HEP NOC za RPN na SN (svibanj 2006).

Nakon dovršetka akreditacije HEP NOC-a za RPN, započele su aktivnosti RPN-a na NN u hrvatskoj distribuciji [7]:

- obuka tima iz DP-a Elektri Požega (lipanj - srpanj 2005.),
- nabava alata i opreme za RPN (kolovoz 2005.),
- provedba prvog RPN-a na NN u HEP-ovoj mreži (rujan 2005.).

HEP, d. d. (Hrvatska elektroprivreda) odnosno HEP ODS, d. o. o. (distribucija) započela je u rujnu 2005. s provedbom RPN na NN. Nastavno obrazovni centar HEP-a (HEP NOC) dobio je rješenje ministarstva 1. ožujka 2006. godine te je tako potvrđen kao obrazovna ustanova koja u skladu s hrvatskim zakonodavstvom o obrazovanju može započeti samostalni rad.

#### **2.4. Razvoj RPN u Sloveniji u razdoblju 2006. – 2019.**

Opsežna dokumentacija o razvoju RPN u Sloveniji u razdoblju 2006. - 2019. sabrana je u arhivi tvrtke C&G d.o.o. Ljubljana - dokumentacija razvojnog projekta RPN [14] i u osobnoj zbirci voditelja odnosno administratora projekta [15].

Dugogodišnji poslovni odnosi slovenskog poduzeća C&G d.o.o. Ljubljana i HEP-a su u prosincu 2005. omogućili vezu s centrom HEP NOC, koji se nakon posjeta poligonu u lipnju 2006. (predstavnicima EG, IRSD, REI i C&G) razvio u ugovornu suradnju na području prijenosa znanja u Sloveniju. Tijekom ovog posjeta stručnjaci su jednoglasno ocijenili da je HEP NOC odličan partner za početak uvođenja RPN-a u Sloveniji, posebno zbog dobro osmišljenih programa obuke i infrastrukture poligona za RPN. Dodatni argumenti za suradnju bili su provjerena francuska tehnologija, relativna blizina i, ne najmanje bitno, relativno mala jezična barijera za slovenske montere [14, 15].

Usljebile su dvije cjelodnevne radionice odnosno predavanja o RPN na NN, i to u lipnju 2006. u Talumu, d. d., Kidričevo, i u listopadu 2006. u Elektro Ljubljani, d. d., u organizaciji tvrtke C&G d.o.o. Ljubljana. Predavanja su otvorila stručnu raspravu o svim aspektima uvođenja i primjene RPN-a u Sloveniji. Treba naglasiti da su inspektori rada odmah bili uključeni u predstavljanje i pojašnjenje propisa, što je potvrdilo vjerodostojnost odabranog puta i procesa uvođenja RPN-a na NN [14, 15].

U jesen 2006. godine C&G je predložio svim slovenskih distribucijama osnivanje konzorcija kao civilno pravnog društva pod nazivom RAD POD NAPONOM - PROGRAM DISTRIBUCIJA (DPNdist konzorcij) (DELO POD NAPETOSTJO – PROGRAM DISTRIBUCIJA (Konzorcij DPNdist)). Odzivi su bili vrlo različiti: od pisane potpore do neformalne opozicije [14].



Nakon potpisivanja ugovora između C&G-a i HEP NOC-a u prosincu 2006. o prijenosu RPN tehnologije u Sloveniju i u nedostatku odgovora iz slovenske distribucije, C&G je potražio podršku od poslovnih partnera. Tako je 2007. godine formiran Konzorcij RPN, kojeg je podržalo trideset velikih javnih i privatnih tvrtki koje su financijski podržale usvajanje i prijevod sustavnih priručnika. Prvo izdanje ovih priručnika omogućilo je pripremu za prvo osposobljavanje inženjera i montera u industriji i proizvodnji električne energije. Priručnici su postali osnova za uvođenje RPN-a u industrijsko okruženje.

Na inicijativu C&G-a je već 2007. godine na SIST-u (Slovenski inštitut za standardizaciju) osnovan tehnički odbor za RPN (TC/DPN), koji je počeo aktivno pratiti standarde (IEC, CENELEC) na području RPN-a, a započeo je i s prevođenjem norme SIST EN 50110-1: 2007 Obratovanje električnih instalacij [14,15].

Nakon početne kolebljivosti, potpisan je ugovor o suradnji između C&G-a i ICES-a (ICES - Izobraževalni Center Energetškoga Sistema), koji je tada bio u vlasništvu ELES-a i služio je kao obrazovna ustanova za slovensku elektroprivredu). Obje tvrtke su zajedno nastupile na konferenciji CIGRE u Čatežu 2007., ali ICES nekoliko mjeseci kasnije jednostrano prekida ugovornu suradnju. [14,15].

C&G je pribavio radnu dozvolu na temelju zahtjeva iz odgovarajućeg zakona (članak 46. Zakona o varnosti in zdravlju pri delu – ZVZD (Zakon o zaštiti na radu)). Ministar je izdao dozvolu za pripremu i provođenje osposobljavanja radnika za siguran rad (članak 48. ZVZD) i propisao vođenje registra. Tako je C&G d.o.o. Ljubljana, na temelju Odluke Ministarstva rada, obitelji i socijalnih poslova br. 02039-10/2007, izdane 16. travnja 2007., pribavio radnu dozvolu za obavljanje poslova zaštite na radu - pripremu i osposobljavanje radnika za siguran rad (uneseno u registar pod brojem 232) [14,15].

U sklopu svojih aktivnosti stručnjaci za distribuciju posjetili su centre RPN u Hrvatskoj i Češkoj. Krajem 2007. godine EIMV je započeo rad na studiji o RPN-u u distribuciji koju je naručila slovenska distribucija, GIZ DEE [16].



Slika 4: Počeci osposobljavanja u Centru za obuku – poligon HEP NOC [14,15]

S obzirom da je Konzorcij RPN imao sustavne priručnike za RPN, ispunjen je jedan od važnijih uvjeta Pravilnika (1992.), a to je implementacija RPN-a utemeljenog na provjerenom sustavu, a to je svakako francuski sustav RPN (nekada EDF, a danas RTE SERECT). Ovaj je uvjet omogućio početak osposobljavanja za RPN na NN u travnju 2008., što je uključivalo proizvođače električne energije (NEK i SEL), montera (ELMONT Krško) i procesnu proizvodnju (Papirnica Vevče) [14,15] (Slika 4).

Sustavni zahtjevi NEK-a postavili su visoke standarde za organizaciju prvog osposobljavanja, budući da je C&G (HEP NOC) prije početka rada trebao ispuniti sve interne zahtjeve odnosno visoke standarde koje određuju područja, a to su službe odgovorne za održavanje, zaštitu na radu, upravljanje

kvalitetom i internu obuku. Nakon što su svi interni akti o osposobljavanju, uvođenju i provedbi RPN-a na NN u NEK-u odobreni i usvojeni, krenulo se su u provedbu projekta. Dogodilo se nešto, što je izuzetak u svjetskoj praksi, naime, RPN u Sloveniji započeo je ranije u industrijskom okruženju nego u distribuciji ili prijenosu električne energije. Kao prva slovenska pravna osoba, NEK je u veljači 2009. izdala svojim djelatnicima ovlaštenje za RPN na NN [14,15].

U razdoblju od 2006. do 2010. godine, C&G se intenzivno konzultirao s pojedinim distribucijama vezano za oblik i sadržaj pristupa provedbi RPN-a. Mišljenja i pristupi odnosno putovi do cilja bili su različiti. Do značajnog pomaka došlo je nakon završetka studije EIMV u veljači 2009. godine. Studija je, naime, pružila analizu uvođenja održavanja pod naponom u slovenskim distribucijskim tvrtkama [16]. C&G je također aktivno sudjelovao u izradi studije koja je potaknula daljnje aktivnosti. U GIZ DEE osnovano je povjerenstvo RPN, čiji je rad koordinirao ICES. Početkom 2010. ICES je primio nekoliko ponuda za RPN obuku na NN iz Njemačke, Italije i Hrvatske, odnosno zajedničku ponudu C&G-a i HEP NOC-a. GIZ EE ponudu C&G ocijenio je sveobuhvatnom i konkurentnom. Nakon toga uslijedio je posjet HEP NOC-u (EL, ICES i C&G), s kojim su potvrđeni elementi ponude i zacrtan način suradnje s ICES-om. Tijekom tog razdoblja pojavila se inicijativa za uspostavljanje slovenskog poligona odnosno RPN centra za obuku, ali zbog troškova ideja je zamrznuta [14,15].

Do značajnog pomaka došlo je kada je EM sredinom 2010. prihvatio C&G kao partnera u uvođenju RPN-a i naručio izradu studije o uvođenju RPN-a na NN. Nakon toga uslijedile su distribucije EG, EL i kasnije EC. Do danas se EP još nije pridružila projektu [14,15].

Veliko dostignuće tehničkog odbora SIST TC/DPN bio je prijevod standarda SIST EN 50110-1: 2007 u 2010. godini. Ovaj prijevod daje terminološku osnovu za uvođenje i provedbu RPN-a u Sloveniji. Otvorena je rasprava o slovenskom zakonodavstvu koje regulira rad i održavanje električnih instalacija (Pravilnik, 1992.). Na temelju inicijative (C&G, 2008), osnovana je radna skupina (IRSD, 2011) za pripremu prijedloga izmjena i dopuna pravilnika (Pravilnik, 1992.). Nacrt je predstavljen na Kotnikovim danima 2012. godine [14,15].

Stečena iskustva u uvođenju i primjeni RPN-a na NN, posebno prijevod standarda SIST EN 50110-1: 2007, pružili su dovoljno uvjeta za izmjenu sustavnih priručnika u industriji i novo izdanje priručnika za slovensku distribuciju, koja se odlučila za uvođenje RPN-a na NN u 2011. godini. [14,15].

Za razdoblje od 2011. do 2019. su karakteristični aktivno uvođenje RPN i provedba RPN na NN u slovenskoj distribuciji [14-16]:

- dosljednost upravljanja sredstvima sa strateškim ciljevima tvrtke i stalnim provjeravanjem ove dosljednosti,
- učinkovitijim postizanjem strateških ciljeva organizacije,
- prijevod i izrada sustavnih priručnika za RPN na NN za distribuciju,
- izrada elaborata »Uvođenje rada pod naponom na niskom naponu«,
- utvrđivanje opsega obuke (priprema programa obuke),
- prvo osposobljavanje (obuka), održano u siječnju 2011., za koordinate iz Elektro Maribora (EM), Elektro Ljubljane (EL) i Elektro Gorenjske (EG) (polaznici su bili iz stručnih službi održavanja, zaštite i zdravlja na radu),
- prva obuka montera i operativnih koordinatora iz tvrtki EM, EL i EG održana je u travnju i svibnju 2011,
- kupnja osobne zaštitne opreme (OZO) te alata i opreme za RPN na NN,
- uključivanje RPN-a na NN u integrirani sustav vođenja na razini uputstava za uporabu i posebno dizajniranih obrazaca - Priprema uputa za RPN »Uputa za izdavanje i smislenu uporabu dokumenata za siguran rad na niskom naponu«,
- u jesen 2011. godine provedeni su praktični radovi na distribucijskoj mreži u EM, EG i EL u prisutnosti instruktora HEP NOC-a i stručnjaka iz C&G-a,
- Elektro Celje (EC) i Elektro Primorska (EP) su u jesen 2011. godine također sudjelovali u obuci koordinatora,
- izdavanje dozvola zaposlenicima na projektu RPN na NN za odgovarajuće područje rada i time uspješan početak radova primjenom metode RPN na NN mreži i instalacijama,

- u travnju 2012. nastavak obuke za RPN s novom generacijom montera i koordinatora, uključeni također stručnjaci iz EC,
- u listopadu 2012. godine provedeno je osposobljavanje montera i operativnih koordinatora za RPN na SN iz EG, EL i EM, a u lipnju 2013. izveden je i praktični dio obuke na distribucijskoj mreži,
- C&G je 7. listopada 2013. u Šempetru u Savinjskoj dolini organizirao prvu radionicu pod nazivom »Provedba RPN na NN u slovenskoj distribuciji« kao novi poticaj za razvoj RPN-a (sudjelovali su koordinatori, monteri, rukovodstvo distribucije i gosti – HEP ODS i HEP NOC); podržana je inicijativa za prevođenje norme SIST EN 50110-1:2013 i pokrenuta je inicijativa za osnivanje radne skupine RPN za distribuciju,
- 19. kolovoza 2014. je C&G predložio inicijativu za sustavno i organizirano praćenje RPN (nastavak i organizacija 2. radionice, prijevod standarda SIST EN 50110-1:2013, osnivanje Radne skupine za RPN),
- 5. listopada 2014. održan je prvi sastanak Projektne skupine RPN-a u GIZ DEE - početak sustavnog rada (stručna podrška C&G),
- stručna skupina za pripremu Pravilnika o sigurnosti i zdravlju na radu od opasnosti od električne energije održala je 1. listopada 2015. 1. sjednicu, a koju je sazvao EZS,
- C&G je 5. listopada 2015. u Šempetru u Savinjskoj dolini organizirao 2. radionicu pod nazivom »Provedba RPN-a na NN i SN u slovenskoj distribuciji«, ovaj put kao sastavni dio obuke koordinatora i montera - data je inicijativa za aktivniju međunarodnu integraciju u području RPN (LWA, CIGRE),
- dana 5. listopada 2017. je C&G u Šempetru u Savinjskoj dolini organizirao 3. radionicu pod nazivom »Provedba RPN-a na SN i SN u slovenskoj distribuciji«, kao sastavni dio obuke koordinatora i montera - učinci uvođenja RPN-a na SN razini na pokazatelje pouzdanosti napajanja (SAIDI, SAIFI) i praktična demonstracija RPN čišćenja u transformatorskim stanicama 20/0,4 kV montera iz EG,
- u listopadu 2018. godine izvedena je obuka montera i operativnih koordinatora za RPN na SN iz EC,
- u prosincu 2018. su po narudžbi PS RPN u GIZ DEE izrađeni novi konsolidirani priručnici - Tehnički opis opreme i alata za rad pod naponom na niskom naponu (Tehnički opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti (TOOO – NN)) i Tehnički opis opreme i alata za rad pod naponom – čišćenje na srednjem naponu (Tehnički opis opreme in orodja za delo pod napetostjo – čišćenje na srednji napetosti (TOOO - SN C)),
- od ožujka do travnja 2019. vođena je aktivna rasprava ekspertne skupine u organizaciji EZS u svezi prijedloga pravilnika o zaštiti i sigurnosti na radu od električnog udara,
- 3. listopada 2019. je C&G u Šempetru u Savinjskoj dolini organizirao 4. radionicu pod nazivom »Provedba RPN-a na NN i SN u slovenskoj distribuciji«, kao sastavni dio obuke koordinatora i montera – osim slovenskih stručnjaka na radionici sudjelovali su kolege iz Austrije, Hrvatske i Slovačke, a izvedena je i praktična demonstracija čišćenja TS suhim ledom.

### 3. IZVOĐENJE RPN U SLOVENSKOJ ELEKTROENERGETICI

Tablica 1 sadrži popis tvrtki, iz kojih dolaze sudionici obuke i koji provode RPN na NN i SN naponskoj razini. Kroz obuku za RPN na NN i SN do sada je prošlo 153 montera i 116 koordinatora (15 montera i 10 koordinatora pohađalo je i obuku za RPN na NN i SN), a trenutno 97 montažera i 58 koordinatora ima važeće ovlaštenje za rad (pojedinci su otišli u mirovinu, zamijenili radno mjesto, zamijenili tvrtku ili jednostavno nisu obnovili znanje u roku dvije godine) – veći broj koordinatora je završilo osposobljavanje, ali samo sa ciljem da se upoznaju s tehnologijom RPN te da je operativno promoviraju, a ne da aktivno sudjeluju u izvođenju RPN [17-19].

Polaznici obuke dolaze iz različitih sredina slovenske elektro energetike odnosno iz distribucije, prijenosa, proizvodnje, industrije i montažnih tvrtki.

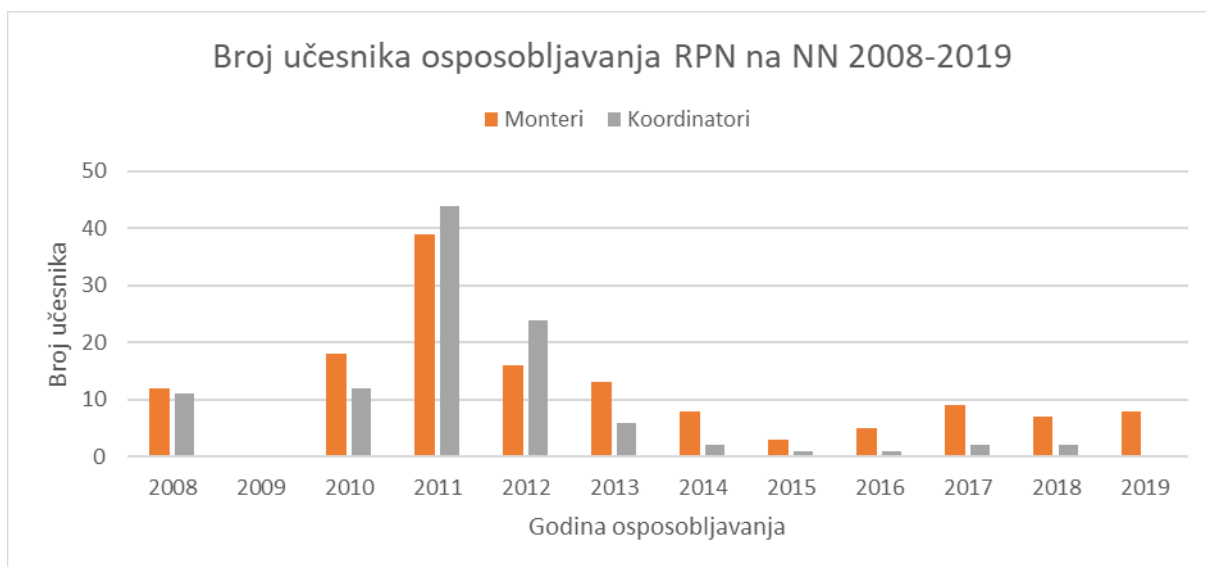
Tablica I. Slovenske tvrtke i djelatnici koji provode RPN na NN i SN (status 31. 12. 2019)

Tvrtka	Početak RPN-a	Osposobljavanje		Ovlasti		Napomena
		M	K	M	K	
NEK	2009.	11	9	10	7	
ELMONT	2009.	10	5	8	3	Montažer (NEK)
C&G		0	3	0	2	Ne provode RPN
SEL	2009.	4	2	4	2	
Papirnica Vevče	2010.	5	1	3	1	
ELES	2011.	9	8	6	6	
Papirnica Goričane	2010.	2	1	0	0	Prekinuli provedbu RPN-a
Energomont	2011.	4	1	3	1	Montažer
Elektroservisi		0	1	0	0	Ne provode RPN
SENG	2010.	2	1	0	0	Ne provode RPN
JP Energetika Ljubljana (TETOL)	2011.	6	3	5	2	
DEM		0	4	0	0	Ne provode RPN
EM	2011.	29	22	13*	8	dodati 5 montera u 2020.
EL	2011.	16	8	10	3	
EG	2011.	9	13	7	2	
EC	2012.	17	12	13	9	
EP		0	2	0	0	Ne provode RPN
KRKA	2011.	6	4	1*	2	dodati 1 monter u 2020.
Iskraemeco		0	2	0	0	Ne provode RPN
TEB	2013.	2	1	2	1	
EG	2013.	7	2	5	2	RPN SN C
EM	2013.	4	2	0	0	Prekinuli provedbu RPN SN C
EL	2013.	2	1	2	1	RPN SN C
C&G		0	2	0	0	Ne provode RPN SN C
PRINSIS	2013.	2	1	2	1	Montažer
EMB Bizant	2013.	2	1	2	1	Montažer
OMP	2016.	2	1	0	0	Montažer, Prekinuli provedbu RPN
EC	2018	2	3	2	3	RPN SN C
UKUPNO		<b>153</b>	<b>116</b>	<b>97</b>	<b>58</b>	

**NAPOMENA:** Navedene su godine početka provedbe RPN-a na NN (npr. NEK, ELMONT i SEL osposobljeni su već 2008. godine). M/K znači montažer/kordinator. Na popisu su svi oni koji su prošli obuku (M/K) kao i oni koji još danas imaju važeće ovlasti (M/K). U početku 2020 je izvedeno osposobljavanje EM (5 montera) i KRKA (1 monter) – naknado dodati u statistiku.

Sudionici distribucije osposobljeni su po programu za univerzalnog montera (RPN na NN mreži, koji uključuje rad na nadzemnim vodovima i u trafostanicama), po programu za montere NN unutarnjih postrojenja (rad u trafostanicama) i koordinatori RPN na NN. Polaznici iz prijenosa, proizvodnje, industrije i montažnih poduzeća samo su osposobljeni po programu za održavatelje/montere NN unutarnjih postrojenja (rad u trafostanicama) i koordinatori RPN na NN.

Na slici 5 je prikazana dinamika osposobljavanja djelatnika za RPN u Sloveniji. Počeci 2008. godine vezani su na osposobljavanje sudionika iz elektrana (NEK, SEL), industrije (Papirnica Vevče) i instalatera (ELMONT). Velik skok u 2011. i 2012. vezan je za aktiviranje stručnjaka iz distribucije.



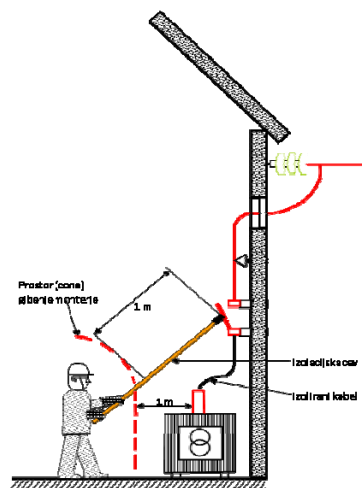
Slika 5: Dinamika osposobljavanja za RPN na NN u Sloveniji (2008 – 2019)

RPN na NN (slika 6.) trenutno se aktivno provodi u četiri distribucijske tvrtke (EC, EG, EL i EM), osim EP. RPN na SN (slika 7) se do 2019. godine provodio u tri distribucije (EG, EL i EM), pri čemu je EC započeo primjenu u 2019. godini, jer su kroz obuku prošli u jesen 2018. godine.



Slika 6. Aktivna provedba RPN-a na NN





Slika 7. Aktivna provedba RPN-a na SN

Na osposobljavanju obnove znanja za distribuciju, koja se provodi svake dvije godine, zabilježen je pad broja radnih naloga za RPN, što je posljedica velikog obima ostalih uobičajenih radova na distribucijskoj mreži.

Izražene su potrebe za aktivnom provedbom RPN-a i želje obučenog osoblja, tako da treba razmotriti organizacijske mogućnosti koje bi podržale i ohrabrile montažere za RPN, jer je opseg rada moguć, posebno u urbanim sredinama.

Prikladan način za povećanje opsega provedbe RPN-a je aktivno uključivanje rukovodilaca nadzorništva (najmanja organizacijska jedinica u slovenskoj distribuciji), koji bi trebali biti inicijatori implementacije RPN-a, tako da monter i koordinatori nisu prepušteni sami tražiti potencijalne radove metodom RPN. Prikladan primjer za to je EG, koji je obučio svih 8 lokalnih rukovodilaca nadzorništva po programu za koordinatora RPN.

## ZAKLJUČAK

Tijekom 10-godišnjeg razdoblja obuke i primjene RPN-a stečeno je veliko iskustvo koje je potrebno nadograditi i nadopuniti stalnim praćenjem razvoja na ovom području rada i aktivnim nadzorom provedbe RPN-a.

U budućnosti je potrebno pratiti trendove u Europi i svijetu, gdje se RPN metoda primjenjuje na svim naponskim razinama, dok se za slovenski elektroenergetski sustav još uvijek može ustvrditi da nije u potpunosti uvjeren u nužnost provođenja RPN-a, posebno s ekonomskog stajališta.

U svim distribucijskim okruženjima potrebno je povećati opseg RPN-a na NN i SN. Isto se odnosi i na ostatak elektroenergetskog sektora i industrije.

Logični budući korak je uvođenje i provedba RPN-a u SN mreži, a ne samo čišćenje trafostanica koje je u tijeku. Iako ovo predstavlja tehnički i financijski ogroman izazov za relativno malu mrežu, ovaj je korak izvediv, ali najvjerojatnije pod uvjetom da distribucijske tvrtke osnuju zajednički tim koji će izvoditi RPN na SN u svim slovenskim distribucijskim tvrtkama.

Razvoj i zbivanja u tvrtkama koje provode RPN prate brojne zainteresirane strane odnosno dionici: iznutra rukovodstvo i zaposlenici, a izvana vlasnici, potencijalni investitori, korisnici električne energije, dobavljači tehnologije provedbe RPN te alati i opreme, ustanove (instituti, centri za edukaciju), profesionalne civilne organizacije (standardizacija), konkurencija na tržištu RPN usluga, uže i šire društvene zajednice (Ministarstvo rada, inspektori rada, sindikati, međunarodna udruženja).

Ovi dionici trebaju procjenu uspješnosti i učinkovitosti provođenja RPN na NN i SN, što je zadatak aktivnih sudionika u elektroenergetskom sektoru i industriji. Kompleksno istraživanje je već učinjeno, ali treba biti predstavljeno zainteresiranim dionicima. Elaborati i studije moraju biti podrška i pomoć čimbenicima da donesu odluke o daljnjem razvoju i primjeni RPN.

## 5. LITERATURA

- [1] V. Lovrenčič. „Učinki dela pod napetostjo kot metode vzdrževanja električnih inštalacij“, Doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Maribor, Slovenija, ožujak 2018.
- [2] CIGRE, „Live Work – A Management Perspective“ (Technical Brochure No 561), Joint Working Group B2/B3.27 (JWG 27), Pariz, Francuska, prosinac 2013.
- [3] RTE, „Live workong. A coutting-edge technique. 50 years of French history“, Paris, Francuska, 2014.
- [4] J. S. T. Looms, „Live working on high-voltage lines“ IEEPROC, 128(2), 1981.
- [5] EPRI, „Live Work Guide for Substations (Research report)“, Palo Alto, CA: EPRI {1008746}, 2004.
- [6] И. Г. Барг, С. В. Полевой, „Ремонт воздушных линий электропередачи под напряжением“, <http://forca.ru/knigi/arhivy/remont-vl-pod-napryazheniem.html>, 1980.
- [7] D. Raljević, „Tehnologija rada pod naponom – projekcija učinaka primjene u hrvatskoj elektroprivredi“, Specijalistički rad, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera, Elektrotehnički fakultet, Osijek, 2011.
- [8] V. Čaha, „Usporedna analiza radnih postupaka RPN i u beznaponskom stanju u HEP ODS-u“, Specijalistički rad, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera, Elektrotehnički fakultet, Osijek, 2012.
- [9] W. Lubicki, B. Dudek, „Eighty years of Polish experiences in technology of live-line working and impressions from all 10 ICOLIM conferences“, 11th International Conference on Live Maintenance, ICOLIM 2014, LWA, Budapest, Hungary, svibanj 2014.
- [10] В. Журавлев, „Работы под напряжением безопаснее работ на отключенных электроустановках“, НОВОСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ, Журнал №2 (50), 2008.
- [11] S. Machi, C. Malaguti, M. Ricca, „Live Line Working in Italy“, PER, p. 1814, <https://ieeexplore.ieee.org/iel5/39/5511338/05511404.pdf>, travanj 1981.
- [12] M. Babuder, P. Kotar, „Pregled zakonskih in tehničnih določil v zvezi z delom pod napetostjo“. (ref. št. 892), EIMV, Ljubljana, 1985.
- [13] Ž. Timić, „Deset godina rada studijskog komiteta 22 - Nadzemni vodovi“, Petnaesto savjetovanje YUKO CIGRE, R 22.01, Beograd, 19. - 22. travanja 1981.
- [14] C&G, Poslovna dokumentacija razvojnog projekta RPN (elektronski i tiskani arhiv C&G), 2019.
- [15] V. Lovrenčič, Osobni zapisci i zbirka dokumenata RPN, 2019.
- [16] D. Matvoz, D. Bokal, G. Omahen, M. Maksić, M. Kernjak, V. Lovrenčič, „Analiza uvajanja vzdrževalnih del pod napetostjo v slovenskih distribucijskih podjetjih“, (ref. št. 1861), EIMV, Ljubljana, 2009.
- [17] V. Lovrenčič, M. Lušin, „Desetletne izkušnje izvajanja dela pod napetostjo v slovenski elektro energetiki“, 14. konferenca slovenskih elektroenergetikov (CIGRE-CIRED) - Laško 2019, 21.5. – 23.5.2019.
- [18] V. Lovrenčič, A. Lovrenčič, „Live Working in Slovenia and Croatia“, IEEE ESMO 2019, 14th International Conference on Transmission & Distribution Construction, Operation & Live-Line Maintenance, Columbus, Ohio, ZDA, 24.-27.06.2019.
- [19] A. Lovrenčič, V. Lovrenčič, „Ten years' experience of live work implementation in the Slovenian electrical energy field“, ISH 2019, 21st International Symposium on High Voltage Engineering, Budapest, Hungary, 26.-30.8. 2019.