

Ana Lovrenčić
C&G d.o.o. Ljubljana, Slovenija
ana.lovrencic@c-g.si

Viktor Lovrenčić
C&G d.o.o. Ljubljana, Slovenija
viktor.lovrencic@c-g.si

Gregor Štern
Elektro Gorenjska, d. d.
gregor.stern@elektro-gorenjska.si

ISKUSTVO OSPOSOBLJAVANJA DJELATNIKA ZA SIGURAN RAD KOD MJERENJA U DISTRIBUCIJI ELEKTRO GORENJSKA

SAŽETAK

Zbog potrebe raspoloživosti distribucijske mreže, u nekim slučajevima, radovi na održavanju niskonaponske mreže ili postrojenja moraju se izvoditi metodom rada u blizini dijelova pod naponom ili metodom rada pod naponom. Slovenski distributeri su na osnovi statistike električnih ozljeda kod izvođenja mjerenja donijeli zaključak da se izvede kompleksna procjena opasnosti (rizika). Krajem 2020. godine povjerenstvo za rad pod naponom je u okviru Gospodarskog interesnog udruženja distribucije električne energije započelo rad na studiji, koja je imala cilj da na osnovi procjene rizika pripremi program osposobljavanja za siguran rad kod električnih mjerenja na niskom naponu. Rezultat studije je definiran program osposobljavanja djelatnika za tu vrstu radova. Izrađene su sigurnosne upute temeljene na pregledu domaće i svjetske prakse i saznanja. Priručnik za sigurnu implementaciju je odredio popis i zahtjev dosljednog korištenja propisane osobne zaštitne opreme. Na osnovi potvrđenog programa realizirano je prvo osposobljavanje djelatnika za siguran rad kod mjerenja u distribuciji Elektro Gorenjska.

Ključne riječi: procjena rizika, siguran rad, električna mjerenja, mjerenje KEE

EXPERIENCE OF TRAINING EMPLOYEES FOR SAFE WORK ON MEASUREMENT IN DSO ELEKTRO GORENJSKA

SUMMARY

Due to the need for constant availability of the distribution network, in some cases maintenance work on low-voltage networks or plants must be carried out in the vicinity of live parts or with live working. Based on the statistics of electrical injuries during measurements, Slovenian distributors decided to perform a complex hazard (risk) assessment. At the end of 2020, the Live work commission within the Economic Interest Association of Electricity Distributions began working on studies to prepare a training program for safe electrical measurements on low voltages based on a risk assessment. The result of the study is an employee training program for this type of work. Safety instructions were prepared based on a review of domestic and international practices and knowledge. The manual for safe implementation prescribes that compiling an inventory and consistent use of prescribed personal protective equipment is required. Based on the confirmed program, the first training of employees for safe measurement work in DSO Elektro Gorenjska was carried out.

Key words: risk assessment, safe work, electrical measurements, QEE measurement

1. UVOD

Zbog potrebe raspoloživosti distribucijske mreže u nekim slučajevima, radovi na održavanju NN mreže moraju se izvoditi na način da se radovi izvode u blizini dijelova pod naponom (u daljnjem tekstu: RuBDPN) ili metodom rada pod naponom (u daljnjem tekstu: RPN).

Specifični radovi na području RuBDPN odnosno RPN jesu u području mjerenja kvalitete električne energije (u daljnjem tekstu: KEE) odnosno sigurna uporaba mjernih garnitura. U svakom slučaju, za takve radove moraju biti osigurani odgovarajući sigurnosni razmaci koji su propisani prema naponskoj razini.

Kako bi se ovi rizici smanjili, posebnu pozornost treba posvetiti osiguranju sigurnosti i zdravlja na radu u smislu odgovarajućeg normativnog uređenja, istraživanja i tretiranja opasnih pojava, procjene rizika, uvođenja poboljšanja opreme za rad i radnih postupaka te poboljšanja uvjeta rada i zaštite zdravlja na radu, kao i osposobljavanje djelatnika za ove vrste poslova uz dosljedno korištenje propisane osobne zaštitne opreme (u daljnjem tekstu: OZO).

Prilikom izvođenja radova održavanja ili pri izvođenju radova na NN mreži na način da se radovi izvode metodom RPN ili RUBDPN u području mjerenja KEE (ugradnja mjernih garnitura) i zamjena brojlara električne energije, unatoč osiguranju sigurnosnih mjera prepoznati su povećani rizici od strujnog udara i električnog luka.

Predmet istraživanja je smanjenje rizika od strujnog udara pri izvođenju radova metodom RPN ili RUBDPN na području mjerenja KEE (ugradnja mjernih garnitura).

Pri tome elektro distribucijska poduzeća (u daljnjem tekstu: EDP) moraju ispunjavati uvjete sigurnog i pouzdanog rada sukladno zahtjevima slovenskih „Zakona o varnosti in zdravju pri delu (u daljnjem tekstu: ZVZD-1)“ [1], „Energetskega zakona (u daljnjem tekstu: EZ-1)“ [2], „Gradbenega zakona (u daljnjem tekstu: GZ)“ [3], „Pravilnika o vzdrževanju elektroenergetskih postrojev“ [4], „Pravilnika o obratovanju elektroenergetskih postrojev“ [5] i „Sistemskih obratovalnih navodil za distribucijsko omrežje električne energije (u daljnjem tekstu: SONDO)“ [6] i internih sigurnosnih pravila „Gospodrskega združenja distribucije električne energije (u daljnjem tekstu: GIZ DEE) „Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih“ [7].

Krajem 2020. godine je povjerenstvo za rad pod naponom „Projektna skupina za delo pod napetostjo“ (u daljnjem tekstu: PS DPN) u okviru GIZ DEE započelo rad na studiji, koja je imala cilj da na osnovi procijene rizika pripremi program osposobljavanja za siguran rad kod električnih mjerenja na niskom naponu. Osnova za rad su bili slovenski Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (u daljnjem tekstu: PVDNET) [8] i norma SIST EN 50110-1:2013 Pogon električnih instalacija [9].

Rezultat studije je definirani program za osposobljavanje djelatnika za tu vrstu radova. Izrađene su sigurnosne upute temeljene na pregledu domaće i svjetske prakse i spoznaja. Priručnik za sigurnu implementaciju je odredio popis i zahtjev dosljednog korištenja propisane OZO. Na osnovi potvrđenog programa realizirano je prvo osposobljavanje djelatnika za siguran rad kod mjerenja u Sloveniji u distribuciji Elektro Gorenjska krajem 2022. godine.

2. PRAVNE OSNOVE I TEHNIČKI PROPISI VAŽNI ZA PROVEDBU

U europskim zemljama zaštita na radu regulirana je temeljem zajedničkih europskih direktiva i propisa. Tako je u Sloveniji donesen ZVZD-1 [1] koji je na snazi i usuglašen sa pravnoj osnovi Europske unije (u daljnjem tekstu: EU). Na snazi je i slovenski pravilnik PVDNET iz 1992. godine [8].

GIZ DEE je donio interni akt za rad na svojim objektima, kojim su precizno definirani postupci rada, potrebne mjere zaštite i osiguranja na radu te sigurnosna korespondencija pri radu na objektima i opremi. Ta interna pravila zaštite na radu [8] sadrže sve važeće zakonske odredbe kao i postupke koji su specifični za rad na opremi i postrojenjima.

Za pripremu i izvedbu studije, odnosno programa osposobljavanja za siguran rad kod električnih mjerenja detaljno su pregledani i proučeni sljedeći normativni akti:

- zakonodavstvo na području sigurnosti na radu,
- tehnički propisi i smjernice,
- nacionalne norme,

- interni akti GIZ DEE,
- preporuke i iskustva drugih susjednih ODS-ova.

2.1. Propisi

U Sloveniji je zdravlje i sigurnost na radu osmišljeno na temelju europskog pravnog poretka, slovenskih zakonskih i podzakonskih akata te internih akata koji vrijede u poduzeću odnosno tvrtki u kojoj se provodi zaštita zdravlja i sigurnosti na radu.

Osnovu slovenskih zakonskih i podzakonskih akata predstavljaju:

- Okvirna direktiva Vijeća 89/391/EEZ od 12. lipnja 1989. o uvođenju mjera za poticanje poboljšanja sigurnosti i zdravlja radnika na radu (SL L 183, 29.6.1989.),
- Direktiva 2006/123/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 12. prosinca 2006. o uslugama na unutarnjem tržištu (SL L 376, 27.12.2006.).

Supsidijarno, u Sloveniji vrijede sljedeće pravne norme koje su važne za izvođenje radova:

- Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih, Ur. l. RS, št. 83/2005,
- Pravilnik o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu, Ur. l. RS, št. 89/1999 in 39/2005,
- Pravilnik o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme, Ur. l. RS, št. 101/2004,
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih, Ur. l. RS, št. 89/1999 in 39/2005,
- Pravilnik o vzdrževanju elektroenergetskih postrojev, Ur. l. RS, št. 98/2015,
- Pravilnik o obratovanju elektroenergetskih postrojev, Ur. l. RS, št. 56/2016,
- Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije, Ur. l. RS, št. 41/2011 in 17/2014 – EZ-1.

2.2. Norme

Norme su obvezne kada su navedene u propisu ili se koristi preporuka kada nisu navedene norme. Za istraživanje sigurnosti pri radu (mjerenje KEE) norme su važan putokaz u profesionalnom radu.

Sve europske norme (EN) automatski postaju slovenske norme (SIST - Slovenski inštitut za standardizaciju) pa i hrvatske HRN. Prilikom rada potrebno je voditi računa o standardima koji se odnose na područje RuBDPN odnosno RPN.

Potrebno je skrenuti pozornost na sljedeće slovenske norme koji se bave područjem sigurnosti:

- SIST EN 50110-1:2013 Obratovanje električnih postrojev - 1. del: Splošne zahteve (prevod 2015) [2],
- SIST EN 50110-2:2010 Upravljanje z električnimi inštalacijami - 2. del: Nacionalni dodatki [11],
- SIST IEC/TR60479-1: Učinki električnega toka na ljudi in živino – 1.del: Splošni vidiki,
- SIST HD 60364-4-41: Niskonapetostne električne inštalacije – 4-41 del: Zaščitni ukrepi - Zaščita pred električnim udarom,
- SIST EN 60529:1997: Stopnja zaštite, ki jo zagotavlja ohišje (koda IP) (IEC 60529:1989) (dopolnilo A1:2000 in A2:2014; popravek AC:2017).

SIST EN 50110-1:2013 Pogon električnih instalacija – 1. dio (prijevod 2015) [9] najvažniji je među navedenima i prikladan je smjer za istraživanje, jer je sažetak europskog sigurnosnog iskustva za polje koje se razmatra, posebno RuBDPN ili RPN.

NAPOMENA: Većina europskih zemalja (uključujući i Hrvatsku) u svojim je propisima citirala EN 50110-1 [9] koji je postao obvezujući. Odstupanja su sažeta u nacionalnim dodatcima norme EN 50110-2 [10], koja je praktički jedina zbirka nacionalnih europskih propisa u ovom području.

SIST kao slovensko nacionalno tijelo prati razvoj u međunarodnoj i europskoj normizaciji te sudjeluje u izradi pojedinačnih dokumenata kroz rad nacionalnih tehničkih odbora koji okupljaju dionike iz pojedinih područja. SIST/TC DPN (slovenski tehnički odbor RPN) osnovan je 2007. godine.

Jedna od najvažnijih zadaća SIST/TC DPN je uspostava i održavanje nacionalnog nazivlja u području RPN. U tom okviru, u lipnju 2014. povjerenstvo je počelo aktivno raditi na prijevodu SIST EN 50110-1:2013 [9].

Pitanja koja spadaju u opseg EN 50110 obrađena su nizom nacionalnih zakona, standarda i internih pravila koja su uzeta u obzir kao osnova za pripremu ove norme.

EN 50110 je sastavljen iz dva djela:

- 1. dio - EN 50110-1 sadrži minimalne zahtjeve primjenjive u svim zemljama CENELEC-a i neke informativne dodatke o sigurnom radu na ili u blizini električne opreme;
- 2. dio - EN 50110-2 sastoji se od zbirke normativnih dodataka (jedan za svaku zemlju), koji ili sadrže trenutno važeće sigurnosne zahtjeve ili navode nacionalne dodatke ovim minimalnim zahtjevima.

2.3. Interni akti GIZ DEE

Treba istaknuti da slovenski EDP-i posjeduju četiri certifikata za sustave upravljanja, koji su u skladu sa slovenskim normama ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 i ISO/IEC 27001.

Uprave slovenskih tvrtki, pet EDP-a, usvojili su Politike zaštite pri radu kojima se obvezuju da će tvrtke, zajedno sa svim osobama koje obavljaju poslove pod njihovim nadzorom, ispunjavati zahtjeve radnog zakonodavstva i pravilnika, ugovora i norme ISO 45001.

ZVZD-1 propisuje EDP-ima zahtjev za izradu izjave o sigurnosti s procjenom rizika, koja je temeljni dokument za uređenje područja zaštite na radu.

GIZ DEE je donio važne interne akte:

- Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih, Projektna skupina v sklopu Delovne skupine za splošne zadeve, varnost in zdravje pri delu ter požarno varnost GIZ distribucije električne energije, Ljubljana, 2008 [7],
- Varnostna pravila za gradbeno montažna dela, Projektna skupina v sklopu Delovne skupine za splošne zadeve, varnost in zdravje pri delu ter požarno varnost GIZ distribucije električne energije, Ljubljana, 2006,
- Prva pomoč v elektrogospodarstvu, Delovna skupine za splošne zadeve, varnost in zdravje pri delu ter požarno varnost GIZ distribucije električne energije, Ljubljana, 2008.

Prilikom uvođenja RPN-a na NN svi su slovenski EDP-i (Elektro Celje (EC), Elektro Gorenjska (EG), Elektro Ljubljana (EL), Elektro Maribor (EM) i elektro Primorska (EP)) dopunili interne procjene rizika elementima RPN i usvojili sljedeće priručnike kao dio svojih internih akata kao podlogu za uvođenje i implementaciju RPN-a (Slika 1) [11]-[16]:

- Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti (TOOO – NN), druga izdaja, GIZ DEE (PS DPN), december 2018, 211/GK/18,
- Pogoji za izvajanje del pod napetostjo – čiščenje na srednji napetosti (PID – SN C), C&G d. o. o. Ljubljana, Ljubljana, junij 2013, 104/VL/13,
- Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo – čiščenje na srednji napetosti (TOOO – SN C), C&G d. o. o. Ljubljana, Ljubljana, januar 2013, 105/VL/13,
- Splošni pogoji izvajanja del pod napetostjo na nizki napetosti za distribucijo, SPID – NN DISTRIBUCIJE, C&G d. o. o. Ljubljana, Ljubljana, marec 2011, 94/VL/11,
- Pogoji za izvajanje del pod napetostjo – delovni postopki na nizki napetosti za distribucijo, PID – NN DISTRIBUCIJE, C&G d. o. o. Ljubljana, Ljubljana, marec 2011, 95/VL/11,
- Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti za distribucijo, TOOO – NN DISTRIBUCIJE, C&G d. o. o. Ljubljana, Ljubljana, marec 2011, 96/VL/11.



Slika 1. Naslovnice priručnika RPN na NN i SN – čišćenje [11]-[16]

2.4. Strani propisi

Karakteristika stranih nacionalnih propisa iz područja zaštite na radu vezano za opasnost od električne struje je često citiranje norme EN 50110-1 [9]. Bogata zbirka citiranih europskih nacionalnih propisa iz istraživanog područja VZD protiv opasnosti od električne struje dostupna je u normi SIST EN 50110-2 [10].

Postoji očita razlika u anglosaksonskom (npr. američki propisi iz Kodeksa federalnih propisa (engl. Code of Federal Regulations (CFR)) i u europskom pristupu. Anglosaksonski propisi vrlo detaljno propisuju aktivnosti (korak po korak) za pojedina područja djelatnosti. Europski propisi grade koncept zaštite na radu zbog opasnosti od električne struje uglavnom na kvalifikacijama zaposlenika ili izvođača da općenito i uz svaki konkretni zahtev, odnosno aktivnost procijene rizik koji se može pojaviti na radu.

Činjenica je da strani i EU propisi imaju snažan utjecaj na razvoj slovenskih propisa pa čak i obvezujućih provedbenih zahtjeva, odnosno harmonizacija (npr. europski propisi i direktive).

Različite javne ustanove i asocijacije (UN, ILO, OSHA, EU-OSHA, ISSA, MDDSZ, IRSD, tvrtke i radnici) izražavaju zabrinutost za sigurnost i zdravlje radnika pri obavljanju poslova, posebno opasnih, kao što je održavanje, od čega posebno održavanje električnih instalacija te donose niz propisa odnosno preporuka, uputa i priručnika [17]-[44].

Zakonske osnove koje uređuju zaštitu zdravlja i sigurnost na radu su brojne i kreću se od uputa za siguran rad i internih propisa u tvrtkama, preko nacionalnog zakonodavstva (zakoni i propisi), zakonodavstva EU do međunarodnih konvencija UN-a.

Činjenica je da su slovenski priručnici RPN (slov. delo pod napetostjo (DPN) [11]-[16] (Slika 1) preuzeti i prevedeni te regulirani ugovorom o suradnji nastavnog centra HEP NOC-a i C&G-a vodeći računa o autorskim pravima. Kroz taj ugovor je C&G prenio hrvatsku odnosno francusku tehnologiju implementacije RPN na NN i SN u Sloveniju. Naime, HEP NOC je ugovorom s tvrtkom EDF International (danas RTE) preuzeo francusku tehnologiju implementacije RPN-a.

U nastavku su predstavljena neka od specifičnih rješenja susjednih zemalja.

2.4.1. Hrvatska

RPN u Hrvatskoj provodi se u HEP ODS-u (i nekim industrijskim i montažnim tvrtkama) od 2006. godine. O provedbi RPN-a brine Povjerenstvo za RPN unutar HEP ODS-a, dok se osposobljavanje provodi u HEP NOC-u koji je obrazovna ustanova u sastavu HEP ODS-a.

Pravni okvir u Hrvatskoj uglavnom je definiran s dva propisa:

- Zakon o zaštiti na radu NN br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18) [45],
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN br. 88/12) [46] (zamijenio je stari u to vrijeme prvi u Jugoslaviji Pravilnik o zaštiti na radu pri uporabi električne energije, NN br. 9/1987 [47]).

U Sloveniji i u Hrvatskoj je u aktivnoj primjeni norma EN 50110-1. U Hrvatskoj je učinjen korak dalje, jer je u Pravilniku [46] (članak 1., točka 2) zapisano „Pravila za sigurnost i zdravlje na radu, propisana ovim Pravilnikom, primjenjuju se na radu sa, na ili u blizini električnih građevina, električnih vodova, električnih postrojenja, električnih instalacija i električne opreme, sukladno hrvatskim normama niza HRN EN 50110.“.

Stručni slovenski tim, koji već duže godina djeluje na promjeni starog Pravilnika iz 1992. godine u zadnjoj verziji prijedloga novog Pravilnika [48] (članak 4) predlaže tekst „Uvjeti koji moraju biti ispunjeni za sigurnost i zdravlje na radu na elektroenergetskim postrojenjima i električnim instalacijama određeni su normama skupine SIST EN 50110. Ako su ovim pravilnikom određeni drukčiji uvjeti od onih definiranih normama iz stavka 1. ovoga članka, primjenjivat će se odredbe ovoga pravilnika i drugih važećih propisa.“.

Za slovensku struku su hrvatski propisi posebno zanimljivi zbog suradnje C&G i HEP NOC jer je ugovor o prijenosu tehnologije RPN u Sloveniju potpisan već 2007. godine. Ugovor je bio osnova za osposobljenje slovenskih montera za RPN u skladu s preuzetim biltenima:

- B 150 (HEP ODS) identičan s B 239 (HEP NOC) „Opći uvjeti za izvođenje radova pod naponom na niskom naponu“, 01.08.2005., odnosno 12.05.2011..
- B 151 (HEP ODS) identičan s B 240 (HEP NOC) „Uvjeti za izvođenje radova pod naponom – radni postupci na niskom naponu“, 01.08.2005., odnosno 12.05.2011.,
- B 241 (HEP NOC) „Opći uvjeti za radove pod naponom na srednjem naponu“, 12.05.2011.,
- B 242 (HEP NOC) „Uvjeti izvođenja radova pod naponom na srednjem naponu metodom rada na udaljenosti i kombinacijom metoda“, 12.05.2011.,
- B 243 (HEP NOC) „Uvjeti za izvođenje radova pod naponom – čišćenje na srednjem naponu“, 12.05.2011..

Za slovensko povjerenstvo PS DPN GIZ DEE su zanimljivi noviji bilteni:

- Bilten 496 (HEP ODS) »Pravila i mjera sigurnosti pri radu na električnim postrojenjima«. 12.08.2020.,
- Bilten 505 (HEP ODS) »Opći uvjeti za izvođenje radova pod naponom na srednjem naponu i metode rada«, 1.4.2021.,
- Bilten 506 (HEP ODS) »Uvjeti za izvođenje radova pod naponom – čišćenje na srednjem naponu«, 1.4.2021.,
- Bilten 507 (HEP ODS) »Opći uvjeti za izvođenje radova pod naponom na niskom naponu«, 1.4.2021.,
- Bilten 508 (HEP ODS) »Uvjeti za izvođenje radova pod naponom – radni postupci na niskom naponu«, 1.4.2021..

U suradnji sa HEP NOC-om te nakon prihvaćanja novog slovenskog Pravilnika [48] čeka PS DPN aktivan rad na reviziji priručnika [11]-[16] (Slika 1). Posebno je zanimljiv bilten HEP ODS-a br. 496 [49] koji u točki 3.1.1. i 3.1.2. otvara moguću diskusiju (u Sloveniji i EU veoma aktualna tema) o samostalnom rada montera metodom RPN na terenu (npr. kod jednostavnih radova - zamjena brojila).

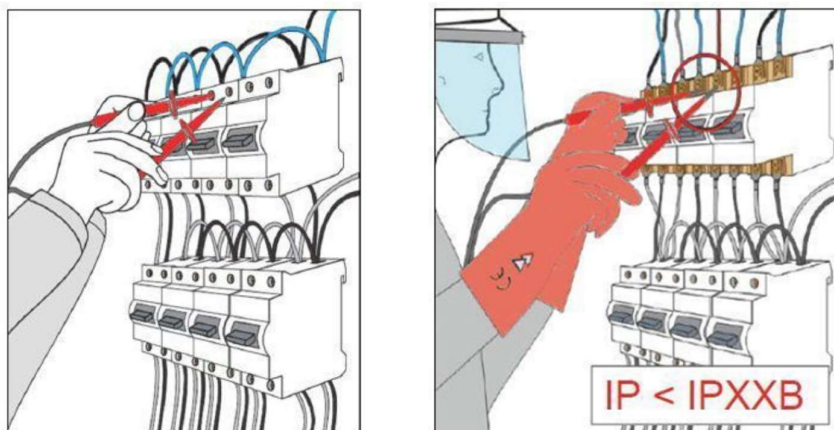
2.4.2. Italija

Susjedna Italija provodi RPN na svim naponskim razinama (NN, SN, VN). U Italiji je RPN na NN otvoren za sve pravne osobe, uključujući E-distribuzione, članicu ENEL grupe, RPN na SN samo za ENEL distribuciju (E-distribuzione) i RPN na VN samo za prijenosnu tvrtku TERN. S obzirom na razinu implementacije RPN-a, možemo reći da u Italiji imaju više od 20 godina iskustva sa RPN na svim naponskim razinama.

Preporuke za sigurna mjerenja, odnosno procjene rizika proizlaze iz zahtjeva norme CEI 11-27 "Radovi na električnim sustavima" [50] ili CEI 11-48 odnosno CEI EN 50110-1.

Za bolje razumijevanje talijanskog gledišta mogu nam pomoći slike 2a i 2b koje grafički prikazuju primjere sigurnog mjerenje uzimajući u obzir IPXXB zaštitu [51].

Prvi primjer prikazan je na slici 2a (točka 5.3.1.2, CEI 11-27) te prezentira mjerenje bez električnog rizika, koje se može izvesti bez nošenja izoliranih rukavica i vizira za zaštitu od kratkog spoja i bez nadzora.



Slika 2a i 2b. Prikaz rada na opremi kojom se postiže (a) i (ne) postiže IPXXB zaštita (b) [51]

U slučaju (Slika 2a) sigurnost na radu je osigurana postizanjem razine zaštite IPXXB [51]:

- otvoreni sklopni uređaj ima zaštitu od dijelova pod naponom, zaštitu na razini IPXXB (smanjena vjerojatnost izravnog kontakta),
- vodljivi dio vrhova instrumenta koji dolazi u kontakt s aktivnim dijelovima uređaja ima manju duljinu od razmaka između samih dijelova pod naponom i između njih i zemlje (smanjena vjerojatnost kratkog spoja i električnog luka).

U prikazanom slučaju (Slika 2a) radovi se mogu izvoditi uz mjere:

- radove izvodi osoba s osnovnom obukom (PEC - Persona Comune - definicija 3.2.7 CEI 11-27),
- radovi se izvode bez nošenja izoliranih rukavica i zaštitnog vizira, ali je potrebno provjeriti prisutnost obližnjih dijelova pod naponom koji mogu odrediti zahtjeve RuBDPN.

Drugi primjer prikazan je na slici 2b (točka 5.3.1.2, CEI 11-27) te prezentira mjerenje uz prisutnost električnog rizika, te mjerenje treba izvesti u skladu sa zahtjevima RPN. Radove nije moguće izvesti bez nošenja izoliranih rukavica, kacige s vizikom i primjerenog odijela za zaštitu od električnog luka.

U slučaju (Slika 2b) nije osigurano postizanje razine zaštite IPXXB [51]:

- otvoreni sklopni uređaj ima zaštitu od dijelova pod naponom nižu (lošiju) od IPXXB (opasnost od izravnog kontakta s dostupnim dijelovima pod naponom);
- vodljivi dio vrhova instrumenta koji dolazi u kontakt s aktivnim dijelovima ima veću duljinu od razmaka između samih dijelova pod naponom i između njih i zemlje (opasnost od slučajnog kratkog spoja i posljedičnog električnog luka) – važno je uzeti u obzir vrstu korištenih vrhova instrumenta (veličina i oblik golog vrha) i udaljenosti aktivnih dijelova između njih i uzemljenja.

U prikazanom slučaju (Slika 2b) radovi se moraju izvoditi uz dodatne mjere:

- radove izvodi stručna ili podučena osoba za RPN na NN (PES - Persona Esperta, PAV - Persona Avvertita - definicija 3.2.6 CEI 11-27),
- radovi se izvode s izoliranim rukavicama, kacigom sa vizikom i primjerenim odijelom za zaštitu od električnog luka.

Preporučuje se proučiti dokument [52] koji predstavlja detalje implementacije norme EN 50110-1 i specifikacije norme CEI 11-27.

2.4.3. Austrija

RPN se u Austriji počeo implementirati u pojedinačnim distribucijama (NN i SN) već u 90-im godinama prošlog stoljeća. U međuvremenu, došlo je i do zastoja u razvoju i implementaciji RPN-a.

Prezentacija [53] sadrži podatak da je tvrtka KNG-Kärnten Netz GmbH iz Klagenfurta počela implementirati RPN na NN 2003. godine i da imaju više od 160 kvalificiranih montera za RPN (Slika 3).



Slika 2. Tim izvođača RPN i prikaz radova na promjeni brojila u KNG [53]

KNG ima kratku i sažetu radnu uputu [54], [55] za izvođenje mjerenja te za montažu ili demontažu mjerne i regulacijske opreme (ožičenje i montaža u ormaricima, demontaža/montaža brojila). Obuku s jednodnevnim programom izvode u svom školskom centru u St. Veitu nedaleko od Klagenfurta [56].

U KNG je RPN kod zamjene brojila električne energije dozvoljeno izvoditi samo s jednim operaterom koji je osposobljen za RPN na NN (Slika 3).

Zanimljivo je da je uz standardno utvrđenu opremu i alat (kaciga s viziorom, izolacijske rukavice, dugi rukavi, odjeća (na slici 3 crveno izolacijsko odijelo za RPN na NN), izolacijski alat, izolacijska podloga) propisan i prijenosni aparat za gašenje požara koji mora biti na radnom mjestu.

2.4.4. Mađarska

RPN je implementiran u Mađarskoj u svim distribucijama (NN i SN) i prijenosu (VN) dugi niz godina, počevši od 1960-ih. Implementacija RPN-a je vrlo raširena, jer praktički nema montera koji nije kvalificiran za RPN na NN.

Procesima upravlja Povjerenstvo za RPN na državnoj razini i u distribucijama uz potporu institucije kao što je sveučilište BME (Budapesti Műszaki És Gazdaságtudományi Egyetem, engl. Budapest University of Technology and Economics). Tako je u konkretnom slučaju donesen dokument [57] koji uređuje siguran rad na NN mreži. Uvjeti za provedbu RPN (FAM - Feszültség Alatti Munkákhoz) na niskonaponskoj opremi bave se općim i posebnim radnim uvjetima.

Zanimljivo je poglavlje KiF-MVF 126/3. (točka 2. ili 2.1.-2.4.), što predstavlja uvjete za pojedinu poziciju - dozvoljen je izvoditi RPN samo s jednim izvođačem i to:

- kod zamjene brojila električne energije u zgradi ili izvan nje,
- na zaštitu, ali samo u kontrolnoj, relejnoj ili telekomunikacijskoj sobi.

3. PRAKTIČNA ISKUSTVA U DISTRIBUCIJI ELEKTRO GORENJSKA

Krajem 2020. godine je PS DPN u okviru GIZ DEE započelo rad na studiji [58], koja je imala cilj da na osnovu procijene rizika pripremi program osposobljavanja za siguran rad kod električnih mjerenja na niskom naponu.

Rukovodstvo GIZ DEE je na osnovi dviju nezgoda na radu (električni luk) kod mjerenja KEE zahtijevao od PS DPN da pripremi uputu za sigurna mjerenja KEE i program osposobljavanja za osobe koje izvode mjerenje. Rezultat rada je definirani program osposobljavanja djelatnika za tu vrstu radova. Priručnik za sigurnu implementaciju je odredio popis i zahtjev dosljednog korištenja propisane OZO. Na osnovu potvrđenog programa realizirano je prvo osposobljavanje djelatnika za siguran rad kod mjerenja u Sloveniji u distribuciji Elektro Gorenjska krajem 2022. godine.

PS DPN je krenula od jasne definicije da je RPN svaki rad kod kojeg radnik svjesno uspostavlja dodir s dijelovima pod naponom ili ulazi u zonu rada pod naponom, s bilo kojim dijelom svoga tijela ili s alatom, napravama ili uređajima koje koristi (npr. izvođenje mjerenja KEE).

Slovenski Pravilnik PVDNET [8] uvršča mjerjenje KEE u dozvoljenu aktivnost RPN, ali zahtjeva od poslodavca procjenu rizika i propisanu OZO za osobe koje izvode mjerjenje.

Realiziran je teoretski program osposobljavanja u trajanju 4 sata te pokazna vježba izvedbe sigurnog mjerenja KEE uz uporabu prevjerene mjerne garniture i zahtijevane OZO (Slika 4 i 5).

Aktivnosti mjerenja KEE (ugradnja mjernih garnitura sa zaštitnom opremom) je uobičajena, česta aktivnost u distribuciji, koja se provodi u slučaju reklamacije kupca ili drugih planiranih aktivnosti (Slika 4).



Slika 4. Mjerna garnitura sa zaštitnom opremom (izolacija) (foto: Štern)

Mjerenja naponskih karakteristika provode se radi provjere usklađenosti električnih naponskih karakteristika s normom SIST EN 50160. Mjerenja el. struje provode se u svrhu dobivanja parametara opterećenja. Posebna pažnja posvećena je tehničkim zahtjevima:

- Mjerenje se smije izvesti pomoću fleksibilnih stezaljki (npr. Rogovski) samo ako mjesto mjerenja i razina napona ne prelazi 0,4 kV te dopušta sigurnu ugradnju mjernih stezaljki uz korištenje osobne zaštitne opreme (Slika 5).
- Mjerno mjesto mora biti označeno dovoljno velikom pločom upozorenja, na kojoj je jasno naznačena mjerna aktivnost, datum početka mjerenja i potpis mjeritelja.
- Mjerno mjesto mora biti osigurano i po mogućnosti ograđeno, kako bi se neovlaštenim osobama spriječio mogući kontakt s opasnim dodirnim naponom.

Na slici 5. zorno je prikazano ispravno i u skladu s uputama izvođenje KEE mjerenja (ugradnja mjernih garnitura) i prikaz uporabe OZO te opreme:

- kaciga s vizirom,
- izolacijske rukavice,
- zaštitne električarske cipele,
- izolacijska prostirka na podu (VAŽNO: Izolacija u slučaju da mjerač kleči pri montaži!).



Slika 5. Mjerenje KEE i prikaz OZO kompleta i sigurna ugradnja mjerne garnitura (foto: Štern)

4. ZAKLJUČAK

Na temelju pregleda stranih i domaćih propisa, normi i internih pravila, priručnika i uputa te iskustava PS DPN je pripremio upute za sigurno mjerenje KEE i program osposobljenja djelatnika u slovenskim distribucijama te uz to propisao OZO.

Priručnik za sigurnu implementaciju je odredio popis i zahtjev dosljednog korištenja propisane OZO. Na osnovi potvrđenog programa realizirano je prvo osposobljavanje djelatnika za siguran rad primjerenju u Sloveniji, u distribuciji Elektro Gorenjska krajem 2022. godine.

Odgovarajuće obrazovan i osposobljen radnik opremljen OZO mora stoga tijekom obavljanja poslova, odnosno radnih zadataka osigurati dosljedno provođenje svih radnih postupaka i mjera zaštite na radu, vodeći računa o programu rada s elementima sigurnih tehnoloških postupaka.

Uzimajući u obzir prethodno istražena područja zaštite na radu odnosno procjene rizika na radu s naglaskom na izvrsnoj obuci uz korištenje prikladne OZO, opreme i alata te izvođenje RPN provjerenom metodom sprječavaju nezgode na radu i slijede osnovni cilj RPN „bez nezgoda na radu“.

5. LITERATURA

- [1] Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1), (Uradni list RS, št. 43/11).
- [2] Energetski zakon (EZ-1), (Uradni list RS, št. 60/19 – uradno prečiščeno besedilo in 65/20).
- [3] Gradbeni zakon (Uradni list RS, št. 61/17, 72/17 – popr. in 65/20).
- [4] Pravilnik o vzdrževanju elektroenergetskih postrojev (Uradni list RS, št. 98/15).
- [5] Pravilnik o obratovanju elektroenergetskih postrojev (Uradni list RS, št. 56/16).
- [6] Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (Uradni list RS, št. 41/11 in 17/14 – EZ-1).
- [7] Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih, Projektna skupina v sklopu Delovne skupine za splošne zadeve, varnost in zdravje pri delu ter požarno varnost GIZ distribucije električne energije, Ljubljana, 2008.
- [8] Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (PVDNET), (Uradni list RS, št. 29/1992).
- [9] SIST EN 50110-1:2013 Obratovanje električnih postrojev - 1. del: Splošne zahteve.
- [10] SIST EN 50110-2:2010 - Obratovanje električnih postrojev - 2. del: Nacionalni dodatki.
- [11] Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti (TOOO – NN), druga izdaja, GIZ DEE (PS DPN), december 2018, 211/GK/18.
- [12] Pogoji za izvajanje del pod napetostjo – čiščenje na srednji napetosti (PID – SN C), C&G d.o.o. Ljubljana, Ljubljana, junij 2013, 104/VL/13.
- [13] Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo – čiščenje na srednji napetosti (TOOO – SN C), C&G d.o.o. Ljubljana, Ljubljana, januar 2013, 105/VL/13.
- [14] Splošni pogoji izvajanja del pod napetostjo na nizki napetosti za distribucijo, SPID – NN DISTRIBUCIJE, C&G d.o.o. Ljubljana, Ljubljana, marec 2011, 94/VL/11.
- [15] Pogoji za izvajanje del pod napetostjo – delovni postopki na nizki napetosti za distribucijo, PID – NN DISTRIBUCIJE, C&G d.o.o. Ljubljana, Ljubljana, marec 2011, 95/VL/11.
- [16] Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti za distribucijo, TOOO – NN DISTRIBUCIJE, C&G d.o.o. Ljubljana, Ljubljana, marec 2011, 96/VL/11.
- [17] V. Lovrenčič, Učinki dela pod napetostjo kot metode vzdrževanja električnih inštalacij, Doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Maribor, marec 2018.
- [18] ISSA. (1970). Recommendations to promote Electrical Safety at Work – Control and Inspection of Electrical Plant and Equipment, dostupno na poveznic: <https://www.issa.int/resources/all-publications>.
- [19] ISSA. (2003a). Guideline for Assessing the Competence of Persons involved in Live Working. Koln, Germany: Section Electricity – Gas – Long – Distanse Heating – Water, dostupno na poveznic: <https://www.issa.int/resources/all-publications>.

- [20] ISSA. (2003b). The 5 Safety Rules for the Electrical Expert. Practical Recommendations on how to proceed safely in everyday-working situations: Safety Rules. Koln, Germany: Section Electricity – Gas – Long – Distance Heating – Water, dostupno na poveznici: <http://www.issa.int/Resources/Resources/The-5-Safety-Rules-for-the-Electrical-Expert>.
- [21] ISSA. (2003c). The Golden Rules for Electrical Safety for the Layman. 10 rules to be observed when using electrical equipment and during work in the vicinity of electric plant. Koln, Germany: Section Electricity – Gas – Long – Distance Heating – Water, dostupno na poveznici: <http://www.issa.int/Resources/Resources/The-Golden-Rules-for-Electrical-Safety-for-the-Layman>.
- [22] ISSA. (2003d). Recommendations to Promote Electrical Safety at Work. Control and Inspection of Electrical Plant and Equipment. Koln, Germany: Section Electricity – Gas – Long – Distance Heating – Water, dostupno na poveznici: <http://www.issa.int/Resources/Resources/Recommendations-to-Promote-Electrical-Safety-at-Work>.
- [23] ISSA. (2006). Guideline for Assessing the Competence of Electrically Skilled Persons. Koln, Germany: Section Electricity – Gas – Long – Distance Heating – Water, dostupno na poveznici: <https://www.issa.int/resources/all-publications>.
- [24] ISSA. (2010a). Active in prevention for 40 years, 1970 – 2010. Koln, Germany: International Section of the ISSA for Electricity, Gas and Water, dostupno na poveznici: <https://www.issa.int/resources/all-publications>.
- [25] ISSA. (2010b). Hazards arising from Electricity. Guide for Risk Assessment in Small and Medium Enterprises 9. Bochum, Germany: Section for Electricity, Section for Iron and Metal, Section for Machine and System Safety. Pridobljeno iz <https://www.issa.int/resources/all-publications>.
- [26] ISSA. (2011). Guideline for the selection of personal protective equipment when exposed to the thermal effects of an electric fault arc (2nd Edition 2011). Koln: International Section of the ISSA for Electricity, Gas and Water, dostupno na poveznici: <https://www.issa.int/resources/all-publications>.
- [27] ISSA. (2015). Promoting excellence in social security, dostupno na poveznici: <https://www.issa.int/the-issa>.
- [28] OSHA. (1994a). U.S. Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration (OSHA), Federal Registers, Safety and Health Regulations for Construction; Power Transmission and Distribution; General requirements – Standards – 29 CFR, Standard Number 1926.950, dostupno na poveznici: www.osha.gov, 31.1.1994.
- [29] OSHA. (1994b). U.S. Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration (OSHA), Federal Registers, Electric Power Generation, Transmission, and Distribution; Electrical Protective Equipment – Standards – 29 CFR, Fed Register 59:4320-4476, Standard Number 1910.269, dostupno na poveznici: www.osha.gov, 31.1.1994.
- [30] OSHA. (1994c). U.S. Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration (OSHA), Federal Registers, Occupational Safety and Health Standards; Special Industries; Working on Exposed Energized Parts – Standards – 29 CFR, Standard Number 1910.269 App B, dostupno na poveznici: www.osha.gov, 31.1.1994.
- [31] OSHA. (2014a). U.S. Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration (OSHA), Federal Registers, Safety and Health Regulations for Construction; Power Transmission and Distribution; General requirements – Standards – 29 CFR, Standard Number 1926.950, 24.9.2014, dostupno na poveznici: https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9870.
- [32] OSHA. (2014b). U.S. Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration (OSHA), Federal Registers, Safety and Health Regulations for Construction; Personal Protective and Life Saving Equipment; Electrical Protective Equipment – Standards – 29 CFR, Part Number 1926, Supart E, Standard Number 1926.97, 10.7.2014, dostupno na poveznici: https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10660.
- [33] OSHA. (2014c). U.S. Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration (OSHA), Federal Registers, Occupational Safety and Health Standards; Personal Protective Equipment; Electrical Protective Equipment – Standards – 29 CFR, Part Number 1910, Subpart I, Standard Number 1910.137, 11.4.2014, dostupno na poveznici: https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9787.
- [34] OSHA. (2014d). U.S. Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration (OSHA), Federal Registers, Occupational Safety and Health Standards; Special Industries; Working on

- Exposed Energized Parts – Standards – 29 CFR, Part Number 1910, Standard Number 1910.269 Appendix B, 24.9.2014, dostupno na poveznic: https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9870.
- [35] EU-OSHA. (2010a). Zdravo delovno okolje Vodnik po kampanji. Evropska kampanja za varnost pri vzdrževalnih delih 2010–2011. Luxembourg: Publications Office of the European Union, dostupno na poveznic: http://osha.europa.eu/sl/campaigns/hw2010/resources/campaign-essentials/campaign-guide/Maintenance_Campaign_Guide_SL.pdf.
- [36] EU-OSHA. (2010b). Varnost pri vzdrževalnih delih v praksi – dejavniki uspešnosti. Povzetek poročila Agencije. Bilbao, Španija: Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, dostupno na poveznic: <http://osha.europa.eu/sl/publications/factsheets/96>.
- [37] EU-OSHA. (2010c). Varnost pri vzdrževalnih delih – nasveti za delodajalce. Varnost delavcev – privarčujte denar. Bilbao, Španija: Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, dostupno na poveznic: <http://osha.europa.eu/sl/publications/factsheets/89>.
- [38] EU-OSHA. (2010d). Varnost pri vzdrževalnih delih – varnost delavcev. Bilbao, Španija: Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, dostupno na poveznic: <http://osha.europa.eu/sl/publications/factsheets/88>.
- [39] EU-OSHA. (2010e). Varnost in zdravje pri vzdrževalnih delih – statistična slika. Bilbao, Španija: Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, dostupno na poveznic: <http://osha.europa.eu/sl/publications/factsheets/90>.
- [40] EU-OSHA. (2010f). Safe maintenance in practice. Luxembourg: Publications Office of the European Union, dostupno na poveznic: <http://osha.europa.eu/en/publications/reports/safe-maintenance-TEWE10003ENC/view>.
- [41] EU-OSHA. (2015a). Ustanovne uredbe agencije, dostupno na poveznic: <https://osha.europa.eu/sl/about/regulations>.
- [42] EU-OSHA. (2015b). Okvirna direktiva o varnosti in zdravju pri delu, dostupno na poveznic: <https://osha.europa.eu/sl/legislation/directives/the-osh-framework-directive>.
- [43] EU-OSHA. (2015c). Evropska zakonodaja o varnosti in zdravstvena zakonodaja, dostupno na poveznic: <https://osha.europa.eu/sl/legislation>.
- [44] EU-OSHA. (2015d). Vzdrževanje, dostupno na poveznic: <https://osha.europa.eu/sl/topics/maintenance>.
- [45] Pravilnik o zaščiti na radu pri koriščenju električne energije, NN br. 9/1987.
- [46] Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom, NN br. 88/2012.
- [47] Pravilnik o zaščiti na radu pri koriščenju električne energije, NN br. 9/1987.
- [48] Pravilnik o varnosti in zdravju delavcev pri delu pred nevarnostjo električnega toka, prijedlog za razpravo, 25.1.2023.
- [49] Bilten št. 496 (HEP ODS) „Pravila i mjera sigurnosti pri radu na električnim postrojenjima“, 12.08.2020.
- [50] La norma CEI 11-27 "Lavori su impianti elettrici", D.lgs. 81/2008 (Seconda edizione della norma CEI EN 50110-1 (CEI 11-48)).
- [51] ARTICOLO DI PUNTOSICURO, Anno 19 - numero 4150 di Martedì 9 gennaio 2018, Impianti elettrici: la sicurezza e la valutazione del rischio.
- [52] P L S.r.l. Fire & Safety Engineering, Informativa, Articolo 20: I lavori elettrici secondo la Norma CEI 27-11 ed il D.lgs. 81/2008, dostupno na poveznic: http://www.plsafety.it/plfire/articolo_20.htm.
- [53] P. Boschitz, J. Obersteiner, Izkušnje izvajanja DPN na NN v KNG (KNG-Kärnten Netz GmbH), Celovec, Avstrija, 4. delavnica »IZVAJANJE DPN na NN in SN v SLOVENSKI DISTRIBUTIJI«, Šempeter v Savinjski dolini, 3.10.2019,
- [54] Arbeitsanleitung für Arbeiten in Zähler- und Verteilanlagen, KNG-Kärnten Netz GmbH, Celovec, Avstrija,
- [55] Arbeitsanleitung für Arbeiten in Kabelkästen und Verteilschränken, KNG-Kärnten Netz GmbH, Celovec, Avstrija,
- [56] Arbeiten unter Spannungskurs für Zählermonteure, Schulungsprogramm für Smart Meter Monteure/Zählermonteure KNG-Kärnten Netz GmbH, Celovec, Avstrija, St. Veit, 1.2.2019,

- [57] MUNKAÉGREHAJTÁSI FELTÉTELEK a kisműködésű berendezéseken végzett feszültség alatti munkákhoz (Pogóji za izvajanje DPN na nisko napetostni opremi), MEE FAM Tagozat munkabizottsága, FAM Bizottság, 1.2.2007,
- [58] PS DPN DEE i C&G d.o.o. Ljubljana, Program za delo pod napetostjo za področje meritev KEE (nameščanje merilnih garnitur) in program za delo pod napetostjo za menjavo števec električne energije, Elaborat br. 227/VL/20, 30.10.2020.