



2016

Raziskava učinkov dela pod napetostjo na nizki napetosti med slovenskimi vzdrževalci električnih inštalacij in postrojev

Viktor Lovrencic
C&G

Damjan Maletic
University of Maribor, Kranj, Slovenia

Matjaz Maletic
University of Maribor, Kranj, Slovenia

Alenka Brezavscek
University of Maribor, Kranj, Slovenia

Milos Pantos
University of Ljubljana, Slovenia

See next page for additional authors

Publication Details

Lovrencic, V., Maletic, D., Maletic, M., Brezavscek, A., Pantos, M. & Gomiscek, B. 2016, 'Raziskava učinkov dela pod napetostjo na nizki napetosti med slovenskimi vzdrževalci električnih inštalacij in postrojev', *Sustainable Organization : Proceedings of the 35th International Conference on Organizational Science Development, Moderna organizacija, Slovenia*, pp. 543-555.

Authors

Viktor Lovrencic, Damjan Maletic, Matjaz Maletic, Alenka Brezavscek, Milos Pantos, and Bostjan Gomiscek

**Raziskava učinkov dela pod napetostjo na nizki napetosti
med slovenskimi vzdrževalci električnih inštalacij in
postrojev**

**Study of the live working effects at low voltage among the
Slovenian maintenance workers of electrical installations**

Viktor Lovrenčič

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

Damjan Maletič

Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede
damjan.maletic@fov.uni-mb.si

Matjaž Maletič

Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede
matjaz.maletic@fov.uni-mb.si

Alenka Brezavšček

Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede
alenka.brezavscek@fov.uni-mb.si

Miloš Pantoš

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za Elektrotehniko
milos.pantos@fe.uni-lj.si

Boštjan Gomišček

Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede
University of Wollongong in Dubai, Faculty of Business
bostjangomiscek@uowdubai.ac.ae

Povzetek

Delo pod napetostjo (DPN) kot orodje preventivnega vzdrževanja električnih inštalacij in postrojev ima že stoletno tradicijo v svetu in več kot pol stoletja v Evropi. V zadnjem desetletju se je začelo aktivno uvajanje DPN na nizki napetosti (NN) tudi v slovenski distribuciji, prenosu in proizvodnji električne energije ter v industriji in ustanovah (zdravstvo). Slovenska distribucija električne energije je začela z uvajanjem DPN na NN leta 2010. Glede na zahtevnost uvajalnega procesa so

narejeni posebni elaborati, ki opredeljujejo organizacijske aktivnosti, delavno dokumentacijo, predpisujejo potrebno orodje in osebno varovalno opremo. Prav tako je določen program usposabljanja, potrebno število izvajalcev, monterjev in koordinatorjev ter predvidena analiza učinkov DPN na NN.

Namen prispevka je preveriti ali z vzpostavitvijo DPN na NN dosežemo skladnost z zahtevami za varnost in zdravje pri delu, kakovost ter uspešnost in učinkovitost procesov vzdrževanja. Iz rezultatov raziskave je razvidno, da so koordinatorji in monterji kot najbolj pomembno področje izpostavili varnost in zdravje pri DPN na NN. Lahko povzamemo, da je iz rezultatov razvidno, da je zavedanje koordinatorjev in monterjev v vseh anketiranih distribucijah, da so učinki uvajanja in izvajanja DPN na NN pozitivni. Na podlagi rezultatov in razprave so podane usmeritve za izvajanje DPN na NN. Glede na to, da so koordinatorji in monterji še posebej izpostavili varno delo, predlagamo, da se nadaljuje z rednim nadzorom postopkov pri izvedbi posameznih delovnih nalogov in se ob dve letnih ciklih preverjanja kompetentnosti izvajalcev še posebej ocenijo možne nastale nevarne situacije.

Ključne besede: delo pod napetostjo, preventivno vzdrževanje, usposabljanje, kakovost, učinkovitost, varnost in zdravje pri delu

Abstract

Live working (LW) as a tool for preventive maintenance of electrical installations has a hundred year tradition in the world and more than half a century in Europe. In the last decade, LW has been implemented actively at low voltage in the Slovenian electrical distribution, transmission and generation of electricity as well as in industry and institutions (such as health). Slovenian electrical distribution began with the introduction of LW at low voltage in 2010. Depending on the complexity of the implementation processes, several special studies which define organizational activities, working documents, prescribe the necessary tools and personal protective equipment are being made. Likewise, a specific training program is defined, as well as the required number of workers and instructors, and analysis of the effects of LW at low voltage.

The purpose of this paper is to examine whether we can achieve compliance with the requirements for the safety and health, the quality and the effectiveness, and efficiency of maintenance processes with the implementation of LW at low voltage. It is evident from the survey results that safety and health was highlighted as the most important field from the perspective of workers and instructors. It can be summarized that the results of this study demonstrate that workers and instructors in all of the surveyed distributions are aware of positive effects of the introduction and implementation of LW at low voltage. Based on the results and discussions, guidelines for the implementation of the LW at low voltage are given in this study. Given the fact that workers and instructors highlighted safety and health at work we suggest that regular supervision procedures continues within the implementation of individual work orders, and that possible hazard situations have to be assessed at two year cycles of verifying workers and instructors competences.

Keywords: live working, preventative maintenance, training, quality, efficiency, safety and health at work

1 Uvod

Navkljub dejstvu, da v svetu obstaja stoletna tradicija izvajanja dela pod napetostjo (DPN) uvajanje in izvajanje DPN v posamezni državi predstavlja strokoven in organizacijski izziv. Zadnje desetletje je zaznamovano z aktivnim procesom uvajanja in izvajanja DPN v slovenskem okolju. Začelo se je s promocijo leta 2006 in ustanovitvijo Konzorcija DPN (podpora tridesetih podjetij za prevzem avtorskih pravic preverjenega sistema DPN na nizki napetosti (NN)), prevodom sistemskih priročnikov v letu 2007, prvim usposabljanjem v letu 2008 ter začetku izvajanja leta 2009 v Nuklearni elektrarni Krško (Lovrenčič, Pantoš, Brezavšček, Gomišček, 2015).

Po uspešnem uvajanju in izvajanju DPN na NN v industrijskem okolju se je leta 2010 priključila v proces tudi slovenska distribucija električne energije. Kompleksnost uvajanja DPN na NN v slovenskih elektro distribucijskih podjetjih (EDP) se je odražala v dejstvu, da imamo pet različnih pravnih subjektov, delniških družb, ki je imela za posledico zahtevo po individualnemu pristopu ter iskanje odgovorov v zvezi z vsebinskimi (vrsta del na omrežju) in organizacijskimi vprašanji (umestitev monterjev in koordinatorjev DPN znotraj organizacijske strukture) (Lovrenčič idr, 2015).

Začetek izvajanja DPN na NN v letu se je nadaljeval z uspešnim začetkom DPN na srednji napetosti (SN) leta 2013 ali natanko sto let po tem ko je monter v Ohio, ZDA na 11 kV prvič v svetu uporabil metodo DPN (Looms, 1981; EPRI, 2004; CIGRE, 2013).

V skladu z usmeritvami elaboratov (Lovrenčič & Lušin, 2010; Lovrenčič & Lušin, 2011; Lovrenčič & Lušin, 2012; Lovrenčič, Lušin & Debeljak, 2011) smo dve leti po začetku uvajanja naredili analizo oz. zunanjo presojo učinkovitosti in uspešnosti uvajanja in izvajanja DPN na NN ter izvedli anketo z obsežnim vprašalnikom med monterji in koordinatorji DPN na NN slovenskih EDP.

Izvedena anketa med slovenskimi vzdrževalci električnih inštalacij in postrojev je bila eno od orodij raziskave učinkov DPN na NN v EDP. Namen raziskave je bil ugotoviti mnenje neposrednih izvajalcev po prvem dvoletnem ciklusu ko so delodajalci zakonsko obvezani, da periodično usposablajo in preverijo usposobljenost delojemalcev. Pridobljeni odgovori na anketo, ki je zajela več področij in opisna statistika je bila predstavljena v elaboratih o uvajanju in izvajanju DPN na NN v slovenskih EDP. Tako zbrani podatki so nam bili osnova za poglobljeno analizo in predstavitev rezultatov in diskusijo v našem prispevku s katerim smo predstavili nekatere učinke izvajanja DPN na NN v EDP (Lovrenčič, 2013a-c).

2 Delo pod napetostjo

V tujini, v svetu in Evropi, je DPN na vseh nivojih napetosti še posebej na NN in SN postalo praktično edini sprejemljiv standard izvajanja vzdrževanja distribucijskega omrežja oz. nadzemnih vodov in transformatorskih postaj s ciljem zmanjšati načrtovane preventivne izklope (CIGRE, 2013).

DPN je priznано kot eno od najučinkovitejših orodij preventivnega vzdrževanja, ki vpliva na izboljšanje kakovosti električne energije (KEE). Visoko postavljeni standardi KEE s stališča predpisanega nivoja dolžine trajanja (kazalec SAIDI) in števila prekinitev (kazalec SAIFI) napajanja odjemalcev sili vodstva EDP v dosledno izvajanje DPN na NN in SN (AGEN-RS, 2014; CEER, 2012).

Nacionalni energetske regulatorji zagotavljajo preglednost, nepristranskost in enakopraven položaja vseh udeležencev energetskih trgov ter ob sprejemanju standardov KEE, ki so iz leta v leto ostrejši in uveljavljajo različne ukrepe, kompenzacijske sheme oz. sheme spodbud za sistemske operaterje. Analiza evropskega prostora potrjuje, da so bolj učinkovite in uspešne distribucije tiste, ki izvajajo DPN (Lovrenčič idr, 2015).

Za slovenskimi EDP je uspešno obdobje uvajanja in izvajanja dela pod napetostjo (DPN). Na podlagi prevzete, v tujini preverjene tehnologije izvajanja DPN na NN in SN so izdelani sistemski priročniki in delovna navodila, opravljeno osnovno usposabljanje na specializiranem poligonu ter zagotovljena osebna varovalna oprema (OVO) in orodje. Strokovnjaki v EDP, zunanji sodelavci nosilci tehnologije in usposabljanja ter inštruktorji so si enotni v oceni, da se v praksi spoštujejo načela varnega dela pri izvajanju DPN. Kljub temu DPN potrebuje spodbudo vodstev podjetij, saj ta nova metoda vzdrževanja še ni v celoti zaživela v posameznih EDP, kjer so začeli z izvajanjem pri čemer ostaja še vedno vrzel, saj v enem od slovenskih EDP še niso začeli proces uvajanja DPN (Lovrenčič, 2013a-c).

2.1 Uvajanje DPN v slovensko distribucijo

Dandanes v večini organizacij tudi distribuciji razvoj storitev (proizvoda) prestaja nenehne izboljšave, z ozirom na zelo konkurenčen trg in jasno potrebo po povečanju učinkovitosti v dejavnostih procesa razvoja storitev. Glede na vedno bolj konkurenčen trg in jasno potrebo po povečanju učinkovitosti v dejavnostih procesa razvoja nove storitve, danes v večini organizacij razvoj storitev prestaja nenehne izboljšave (Maletič M. idr., 2010) torej tudi razvoj novih metod vzdrževanja električnih inštalacij oz. DPN.

Skozi leta pomembnost vzdrževanja vseskozi narašča. Vzdrževanje se v zadnjem času smatra kot dejavnost, ki ima odločilen doprinos pri uresničevanju ciljev organizacije za doseganje nižjih stroškov in uspešnosti poslovanja (Maletič D. idr., 2010).

Podrobno predstavljeni pogoji uvajanja DPN v EDP ter zgodovinski presek posameznih aktivnosti (Lovrenčič, Ružič & Kern, 2007; Lovrenčič, Ružič, Kern & Lušin, 2008) so bili temelj za odločitev v štirih od petih slovenskih EDP, da se izvedejo vsi potrebni koraki za uspešen začetek DPN na NN.

Uvajanje je bilo zaupano zunanjemu izvajalcu, ki je ob podpori partnerja iz tujine standardiziral postopke in jih dosledno uveljavil pri vseh EDP v naslednjih korakih (Lovrenčič & Oman, 2012):

- Izdelava dokumentacije – osnova za uvajanje DPN na NN:
 - o sistemski priročniki za DPN na NN,
 - o elaborat uvajanja DPN na NN,
 - o interna dokumentacija (obrazci – integriran sistem managementa),
- Osnovno usposabljanje za DPN na NN:
 - o izdana pooblastila monterjem in koordinatorjem.

Vsi EDP so dosledno brez izjeme in odstopanja od zastavljenih ciljev in obveznosti v elaboratih izvedli uvajanje DPN na NN. V posameznih EDP so aktivnosti sledile sledečim korakom (Lovrenčič idr, 2015):

- analiza uvajanja vzdrževalnih del pod napetostjo v slovenskih distribucijskih podjetjih,
- prevod in izdelava sistemskih priročnikov SPID, PID in TOOO za DPN na NN za distribucijo,
- izdelava elaboratov »Uvajanje dela pod napetostjo na nizki napetosti«,
- določitev obsega usposabljanja (priprava programov za usposabljanje),
- usposabljanje koordinatorjev v HEP NOC (udeleženci so bili iz strokovnih služb vzdrževanja in varnosti in zdravja pri delu) – presoja in potrditev programov usposabljanja,
- usposabljanje monterjev in operativnih koordinatorjev v HEP NOC,
- nakup osebne varovalne opreme ter orodja in opreme za DPN na NN (javna naročila),
- vključitev DPN na NN v integriran sistem managementa – izdelava delovnega navodila za DPN z obrazci »Navodilo za izdajanje in smiselno uporabo dokumentov za varno delo pod napetostjo na nizkonapetostnem nivoju«,

- izveden praktični del usposabljanja na realnem distribucijskem omrežju - nadzor izvedbe inštruktorjev HEP NOC in strokovnjakov C&G,
- izdaja zaključnega potrdila o uspešnem usposabljanju monterjev in koordinatorjev (C&G),
- izdaja pooblastil monterjem in koordinatorjem za DPN na NN za ustrezno področje dela ter s tem uspešen pričetek del z izvajanjem metode DPN na NN omrežju in inštalacijah (EDP),
- obnova usposabljanja s preizkusom znanja po dveh letih izvajanja,
- analiza, izvedba anketa in izdelava elaborata »Uvajanje in izvajanje dela pod napetostjo na NN«.

Uspešnost uvajanja DPN v EDP lahko prikažemo z obsegom usposobljenih monterjev in koordinatorjev, ki so zaključili usposabljanje po posameznih programih (Lovrenčič, 2013a-c). Tabela 1 prikazuje celovit pregled statusa usposobljenosti monterjev in koordinatorjev (december 2014) za izvajanje DPN na NN v EDP. V tabeli 1 je razvidna razlika med koordinatorji s in brez pooblastila, ki izvira iz dejstva, da se je veliko številnih strokovnjakov udeležilo usposabljanja s ciljem izobraževanja oz. spoznavanja problematike. Zato po zaključenem preizkusu znanja nekateri niso pridobili pooblastila, ker ne bodo sodelovali pri dejanskem izvajanju DPN v EDP (Lovrenčič idr, 2015).

Tabela 1: Statistika usposabljanja strokovnjakov za DPN v EDP (status 31.12.2015)

Podjetje	Začetek DPN	Usposabljanje M/K	Pooblastilo M/K	Opomba
EM	2011	19/22	16/10	DPN NN
EL	2011	10/8	10/4	DPN NN
EG	2011	7/13	6/2	DPN NN
EC	2012	17/11	17/8	DPN NN
EP		0/2	0/0	Ne izvaja DPN
SKUPAJ		53/56	49/24	DPN NN
EG	2013	4/2	4/2	DPN SN C
EM	2013	4/2	4/2	DPN SN C
EL	2013	2/1	2/1	DPN SN C
SKUPAJ		10/5	9/5	DPN SN C

OPOMBA: EM – Elektro Maribor, EL – Elektro Ljubljana, EG – Elektro Gorenjska, EC – Elektro Celje, EP – Elektro Primorska, M – monter; K Koordinator. Razlika med usposobljenimi M/K in z izdanimi pooblastili M/K v statusu koncem leta 2015 izhaja iz dejstva, da več kot polovica koordinatorjev nima pooblastila, saj ne sodelujejo v procesu DPN. Štirje monterji niso več zaposleni v EDP, ali so zamenjali delavno mesto.

Statistika usposabljanja vključuje tudi prve slovenske strokovnjake, ki so pridobili pooblastilo za DPN na SN, vendar bomo oceno uspešnosti uvajanja in izvajanja naredili po zaključku prvega dveletnega ciklusa 2015. Zapišemo lahko, da je uvajanje DPN na SN potekalo v skladu s pozitivnimi izkušnjami DPN na NN in je zato pričakovati pozitivno oceno te faze DPN na SN v EDP.

Dosledna notranja in zunanja presoja v dveletnem ciklusu je temelj za obvladovanje zastavljenih procesov DPN ter garant za izboljšanje le-tega z možnostjo razširitve na večje število izvajalcev in poseganje na zahtevnejše aktivnosti, kot je izvajanje DPN na SN na omrežju, saj v tem trenutku obvladujemo le čiščenje TP na SN.

2.2 Izvajanje DPN v slovenski distribuciji

Lovrenčič (2013a-c) je izdelal celovito analizo, ki jo na kratko povzemamo v tem podpoglavju.

Strokovnjaki za DPN iz EDP so v sodelovanju z zunanjim izvajalcem naredili skrbni pregled dvoletnega ciklusa izvajanja DPN na NN v treh EDP. Oceno so naredili zunanji izvajalci in inštruktorji ob izvedbi konkretnega delovnega naloga na lastnem omrežju ter ob pisnem preizkusu znanja monterjev in koordinatorjev.

Analiza je pokazala, da so vsi trije EDP aktivirali predpisano dokumentacijo DPN (varnostni dokumenti). Obstaja centralni nadzor nad obsegom izdanih dokumentov. Dokumentacija je primerno vodena. Eden od EDP ima obvladovanje dokumentacije s pomočjo e-obrazcev, kar zagotavlja centralni vpogled v vse delovne naloge.

Vsi EDP imajo primerno OVO in orodje za izvajanje DPN. Pri sami izvedbi so inštruktorji HEP NOC ocenili, da so vse faze izvedbe naloga DPN primerno izvedene brez bistvenih pripomb in opozoril.

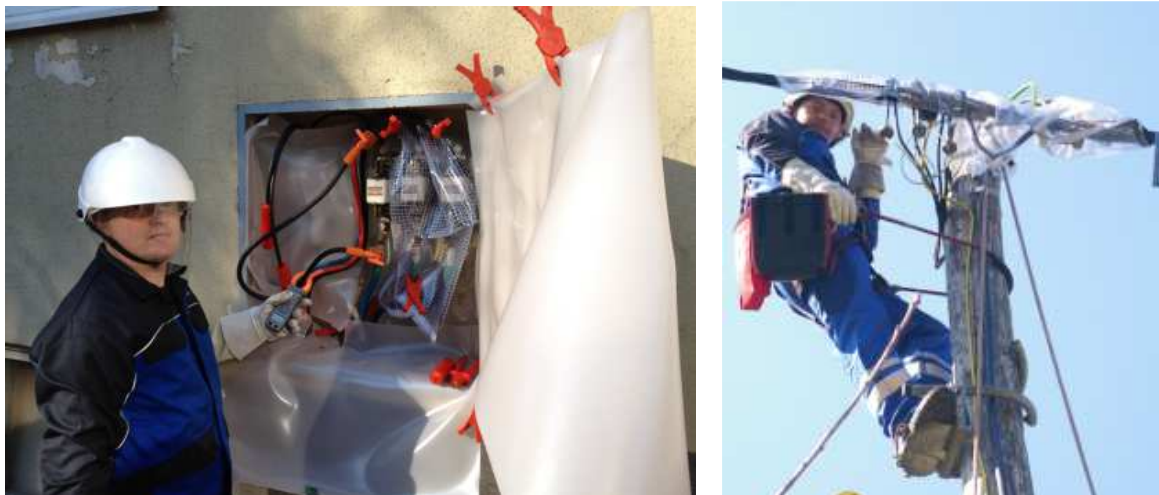
Pri analizi so nam bili v pomoč podatki oz. statistika izvedenih delovnih nalogov za dveletno obdobje 2011-2013.

Ker so prisotne razlike tako med EDP, distribucijskimi enotami in nadzorništvi si te ugotovitve zaslužijo natančnejšo analizo vzrokov v obdobju 2013-2015.

Zelo pomembno in koristno je, da vodstvo (na več nivojih) nadzira, spodbuja in motivira oz. zahteva izvajanje DPN.

V dvoletnem obdobju so se v EDP izvedbo delovnih nalogov delili po težavnosti (Slika 1):

- manj zahtevne naloge,
- zahtevne naloge,
- bolj zahtevne naloge.



Slika 1. Primer izvajanja DPN na NN (Vir: Lovrenčič, 2013a-c)

2.3 Učinki DPN v slovenski distribuciji

Ko raziskujemo učinke DPN, le-te lahko obravnavamo v odvisnosti od nivoja napetosti (CIGRE, 2013) ali vloge električnih inštalacij oz. strojev, saj lahko govorimo o učinkih pri proizvodnji, prenosu in distribuciji električne energije ali v industriji (npr. papirništvo, farmacija) in ustanovah (npr. zdravstvo) (Lovrenčič idr., 2015).

Matvoz idr. (2009) v zaključkih študije ugotavljajo, da je z ekonomskega vidika naložba v delo pod napetostjo upravičena, vendar le pod pogojem, da del stroškov nosijo tudi odjemalci,

ki bodo z uvedbo največ pridobili. Poleg tega je treba dodatno upoštevati še prednosti uvajanja dela pod napetostjo, ki se kažejo v težje merljivih področjih, kot sledi:

- zadovoljstvo odjemalcev, zaradi večje zanesljivosti njihovega napajanja,
- ni potrebe po obveščanju o izpadih,
- večja je usposobljenost zaposlenih,
- manjše število nesreč pri delu,
- obvladovanje najnovejših tehnologij,
- večanje ugleda oz. veljave distribucijskih podjetij idr.

Vsekakor je zanimiv učinek na izboljšanje varnosti in zdravja (VZD) pri izvajanju DPN. Lovrenčič idr. (2011) ter Lovrenčič in Gomišček (2014) sta ob podpori statistike odprli razpravo o tezi, da je DPN bolj varno kot delo v breznapetostnem stanju, ki praktično vsako leto vzame vsaj eno slovensko življenje in povzroči nekaj deset lažjih ali težjih delovnih nezgod zaradi električnega toka. Odprli so razpravo, da DPN podpira filozofijo »nič nezgod« pri vzdrževanju električnih inštalacij oz. postrojev.

Zato smo v nadaljevanju naredili analizo ankete oz. odgovore na vprašalnik v tistem delu ko monterji in koordinatorji DPN odgovarjajo na vprašanja povezana z VZD in kompetencami izvajalcev DPN.

3 Metoda raziskave

V skladu z načrtom uvajanja DPN v slovenske distribucije je bila predvidena in tudi izvedena analiza uspešnosti projekta (Lovrenčič, 2013a-c) s ciljem vzpostavitve nadzornih funkcij in ugotavljanja potrebe po nadaljnjih ukrepih za izboljšanje procesa izvajanja DPN v posameznih elektro distribucijskih podjetjih (EDP).

V dogovoru z distribucijami EG, EL in EM ter z zunanjim izvajalcem je bila izvedena raziskava o »uvajanju in izvajanju DPN na NN v distribucijo«. Namen raziskave je bil preučiti, kako aktivni udeleženci procesa uvajanja in izvajanja DPN na NN v slovenski distribuciji, monterji in koordinatorji, ocenjujejo učinkovitost in uspešnost teh procesov vzdrževanja v svojem delovnem okolju (Lovrenčič, 2013a-c).

Anketa je izvedena med monterji in koordinatorji (EG, EL in EM), ki so zaključili osnovno usposabljanje za DPN na NN leta 2011 in so se udeležili obnovitvenega usposabljanja oktobra 2013 (Lovrenčič, 2013a-c).

Raziskovali smo, ali je bila z vzpostavitvijo DPN na NN dosežena skladnost z zahtevami za varnost in zdravje pri delu, kakovost ter uspešnost in učinkovitost procesov vzdrževanja. Vprašalnik oz. raziskava o uvajanju in izvajanju DPN na NN v slovensko distribucijo je vseboval 99 vprašanj razdeljenih v pet skupin vprašanj (Lovrenčič, 2013a-c):

- Poglavje »I. OSNOVNI UVODNI PODATKI O ANKETIRANCIH« (12 vprašanj),
- Poglavje »II. KOMPETENTNOST ZA IZVAJANJE DPN na NN (osebna, »distribucija«) (25 vprašanj),
- Poglavje »III. VARNOST IN ZDRAVJE (VZD) pri DPN na NN (12 vprašanj),
- Poglavje »IV. MANAGEMENT KAKOVOSTI pri izvajanju DPN na NN« (11 vprašanj),
- Poglavje »V. UČINKOVITOST IN USPEŠNOST pri izvajanju DPN na NN« (14 vprašanj),
- Poglavje »VI. DODATEK« (25 vprašanj).

Skupaj je bilo v analizo vključenih 55 anketirancev, od tega 15 iz EG, 12 iz EL in 28 iz EM. Od vseh anketirancev je bilo 26 monterjev in 29 koordinatorjev. V nadaljevanju predstavljamo delne rezultate ankete in sicer le na izbrana vprašanja, kar ilustrira pogled anketirancev na obravnavano problematiko. Rezultati glede porazdelitve anketirancev so prikazani v tabeli 2 (Lovrenčič, 2013a-c).

Tabela 2: Pregled števila koordinatorjev in monterjev s pooblastilom po distribucijah

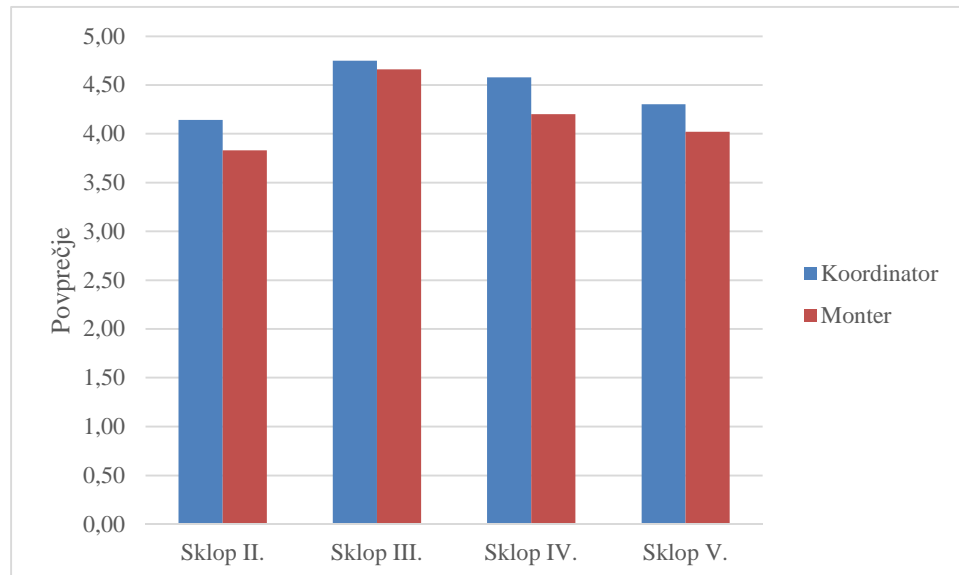
Anketiranci	EG	EL	EM	Skupaj	EG	EL	EM	Pooblastilo	%DAEG	%DA
Monterji	3	7	16	26	3	7	16	26	100	100
Koordinatorji	12	5	12	29	2	4	9	15	16,6	51,7
SKUPAJ	15	12	28	55	5	11	25	41	33,3	74,5

Anketo je izpolnilo 15 anketirancev EG, med katerimi je bilo 12 koordinatorjev ter 3 monterji. Od vseh anketirancev EG je bilo tako 20 % monterjev ter 80 % koordinatorjev. Vsi trije vprašani monterji EG so imeli pooblastilo, medtem ko sta bila koordinatorja s pooblastilom le 2 oziroma 16,6 %. Prav tako pa so imeli vsi vprašani monterji vseh treh distribucij pooblastilo, medtem ko je bilo takih koordinatorjev le 51,7 %.

4 Predstavitev rezultatov raziskave

V nadaljevanju bodo predstavljeni rezultati raziskave o uvajanju in izvajanju DPN na NN v distribucijo. Namen raziskave je preučiti kako aktivni udeleženci procesa uvajanja in izvajanja DPN na NN v slovenski distribuciji, monterji in koordinatorji, ocenjujejo učinkovitost in uspešnost teh procesov vzdrževanja v svojem delovnem okolju.

Spodaj prikazana slika (slika 3) prikazuje povprečne vrednosti za vse proučevane sklope predstavljene v poglavju 3. Iz slike je razvidno, da so najvišje vrednosti zabeležene pri sklopu III. (varnost in zdravje pri DPN na NN) ter najnižje pri sklopu II. (kompetentnost za izvajanje DPN na NN).



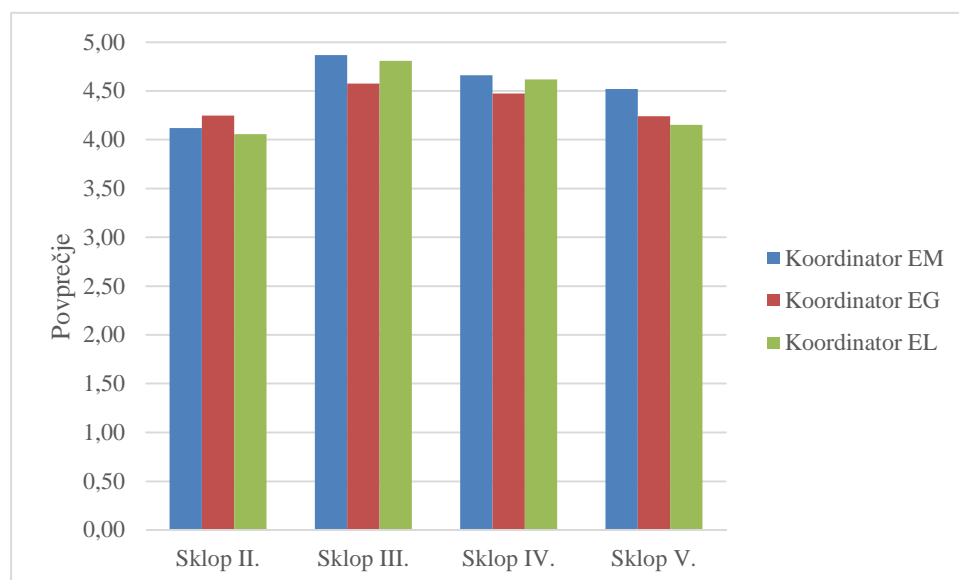
Slika 3: Povprečne vrednosti po posameznih sklopih (vključene distribucije: EG, EL in EM)

Naslednja tabela (tabela 3) prikazuje vrednosti t-testa, ki smo ga izvedli za posamezne sklope upoštevajoč odgovore koordinatorjev in monterjev. Analiza je pokazala, da ni razlik med odgovori koordinatorjev in monterjev pri sklopu III. in IV. Rezultati kažejo, da je pri sklopu II. in V statistično značilna razlika v povprečnih vrednosti ($t = 2,63$, $p < 0,05$; $t = 2,39$, $p < 0,05$).

Tabela 3: Povzetek rezultatov t-testa za posamezne sklope

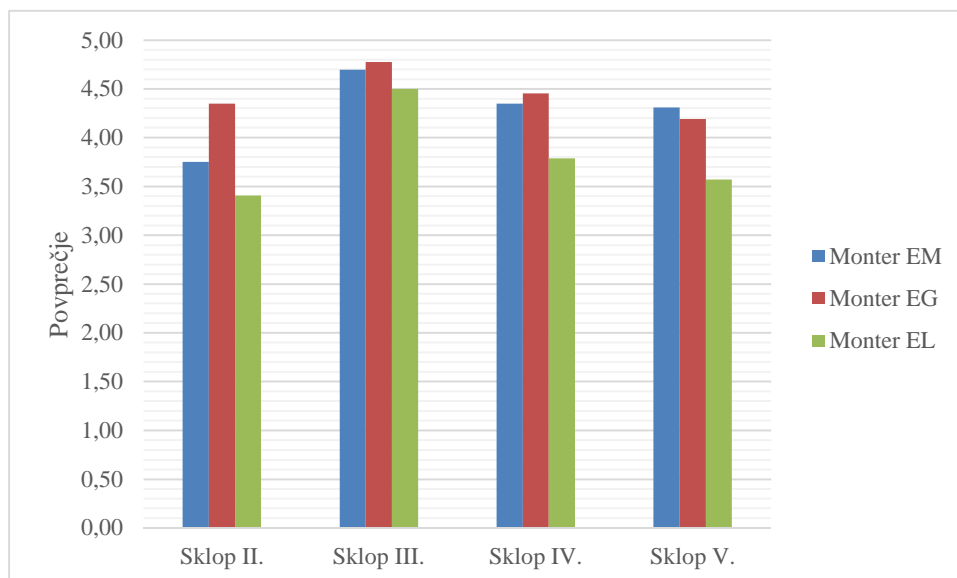
Sklop	$M_{\text{koordinator}}$	M_{monter}	t	p
Sklop II.	4,14	3,83	2,631	0,011
Sklop III.	4,75	4,66	0,851	0,408
Sklop IV.	4,58	4,20	2,006	0,066
Sklop V.	4,30	4,02	2,396	0,026

Rezultati prikazani na naslednji sliki (slika 4) prikazujejo povprečne vrednosti odgovorov koordinatorjev posameznih elektro distribucij. Iz slike lahko razberemo, da najvišje vrednosti pripadajo sklopu III.. Pri tem so najvišje povprečne vrednosti zabeležene pri koordinatorjih EM, sledijo vrednosti koordinatorjev EL in nato vrednosti koordinatorjev EG.



Slika 4: Povprečne vrednosti po posameznih sklopih (vključeni koordinatorji distribucij EG, EL in EM)

Naslednja slika (slika 5) prikazujejo povprečne vrednosti odgovorov monterjev posameznih elektro distribucij. Iz slike je razvidno, da najvišje vrednosti pripadajo sklopu III.. Pri tem so najvišje povprečne vrednosti zabeležene pri monterjih iz distribucije EG, sledijo vrednosti monterjev EM in nato vrednosti monterjev EL.



Slika 5: Povprečne vrednosti po posameznih sklopih (vključeni monterji distribucij EG, EL in EM)

Tabela 4 prikazuje povprečne vrednosti za posamezne odgovore za sklop varnost in zdravje pri delu pri izvajanju DPN, pri katerem so zabeležene najvišje povprečne vrednosti izmed vseh proučevanih sklopov.

Tabela 4: Povprečne vrednosti za sklop varnost in zdravje pri delu pri izvajanju DPN

Varnost in zdravje pri delu pri izvajanju DPN	Koordinator (povprečje)	Monter (povprečje)
1. Zavedam se, da je NN, 231/400 V, smrtno nevarna	4,96	4,96
2. Osnovno teoretično in praktično usposabljanje je bilo celovito in mi omogoča varno izvajanje DPN na NN v praksi	4,64	4,46
3. DPN na NN je varno , ker ga izvajamo kompetentni monterji	4,71	4,73
4. DPN na NN je bolj varno , ker se zavedam, da delam na napravah pod napetostjo	4,71	4,50
5. DPN na NN je bolj varno , ker se zavedam, da ob opustitvi varnostnih ukrepov ogrožam svoje življenje in življenje sodelavcev	4,68	4,68
6. Vzdrževanje električnih inštalacij z DPN zmanjšuje število nezgod z električnim tokom	4,39	4,23
7. Vedno izpolnjujem predpisano dokumentacijo, ko izvajam DPN	4,85	4,81
8. Vedno uporabljam predpisano osebno varovalno opremo (OVO) pri izvajanju DPN	4,78	4,88
9. Vedno uporabljam predpisano orodje pri izvajanju DPN	4,81	4,92
10. Usposobljen sem za nudenje prve pomoči v primeru udara električnega toka	4,64	4,04
11. Na delovnem mestu imam vedno predpisan komplet za nudenje prve pomoči	4,79	4,81
12. Odgovorno osebje uporablja vse predpisane varnostne dokumente pri izvajanju delovnega naloga za DPN	4,93	4,81

Iz rezultatov predstavljenih v tabeli 4 je razvidno, da se tako koordinatorji kot monterji zavedajo nevarnosti NN. Velik poudarek tudi namenjajo dokumentaciji povezani z izvajanjem DPN ter kompetentnosti kordinatorjev in monterjev.

5 Diskusija in zaključek

Namen prispevka je bil preveriti ali z vzpostavitvijo DPN na NN dosežemo skladnost z zahtevami za varnost in zdravje pri delu, kakovost ter uspešnost in učinkovitost procesov vzdrževanja. Rezultati študije so skladni z rezultati raziskave (Lovrenčić, 2013a-c), ki navaja, da ima DPN v vzdrževalnem procesu distribucije velik doprinos k doseganju višjega nivoja KEE in zadovoljstva odjemalcev električne energije.

Iz rezultatov raziskave je razvidno, da so najvišje povprečne vrednosti odgovorov koordinatorjev in monterjev zabeležene pri varnosti in zdravju pri DPN na NN.

Rezultat je skladen z ugotovitvami raziskave (Lovrenčić in Gomišček, 2014), v kateri avtorja poudarjata pomembnost varnosti in zdravja v povezavi z DPN. V raziskavi sta avtorja v sklopu mednarodne raziskave (članice Live Working Association) potrdila, da je DPN bolj varno kot delo v breznepetostnem stanju.

Izvedena je bila tudi analiza t-testa (tabela 3) za posamezne sklope, upoštevajoč odgovore koordinatorjev in monterjev. Rezultati so pokazali, da je pri sklopu II. in V. statistično značilna razlika v povprečnih vrednosti ($t = 2,63$, $p < 0,05$; $t = 2,39$, $p < 0,05$), dočim pri sklopu III. in IV. ni razlik med odgovori koordinatorjev in monterjev.

Iz rezultatov je torej razvidno, da kompetentnosti ter učinkovitosti in uspešnosti večji poudarek namenjajo koordinatorji, kar smo potrdili tudi s t-testom. Ugotovitve nakazujejo, da se koordinatorji bolj zavedajo pomena učinkovitega izobraževanja in usposabljanja na področju DPN.

Usposabljanje je ena izmed pomembnejših aktivnosti (54. člen PVDNET) v procesu uvajanja DPN na NN, zato je pričakovati, da se koordinatorji bolj zavedajo pomena izobraževanja in usposabljanja na področju DPN (Lovrenčić idr, 2015).

Tudi pri sklopu varnost in zdravje ter management kakovosti, pri katerih nismo ugotovili statistično značilnih razlik v povprečnih vrednosti, so ju koordinatorji ocenili kot bolj pomembna sklopa kot monterji.

Rezultati so skladni s preteklimi študijami, ki so potrdile, da je ena izmed prednosti DPN manjše število nesreč pri delu (Matvoz idr., 2009; Lovrenčić idr., 2011, Lovrenčić in Gomišček, 2014) ter izpostavile pomembnost sistema managementa kakovosti pri uvajanju DPN (Lovrenčić & Oman, 2012).

Nadalje je bila izvedena še analiza po posameznih distribucijah. Pri sklopu, ki ima zabeležene najvišje povprečne vrednosti (sklop III.) je analiza pokazala, da so koordinatorji EM najbolj izpostavili pomembnost tega področja, sledijo jim koordinatorji EL in nato koordinatorji EG. Pri monterjih so najvišjo oceno dali monterji EG, nato EM in EL.

Iz rezultatov razvidnih iz tabele 4 lahko sklepamo, da se tako koordinatorji kot monterji zavedajo nevarnosti NN. Ravno tako namenjajo veliko pozornosti dokumentaciji povezani z izvajanjem DPN ter kompetentnosti izvajalcev. Iz rezultatov je razvidno, da so najnižje vrednosti dosežene pri ocenjevanju kompetentnosti monterjev pri nudenju prve pomoči v primeru udara električnega toka.

Povzamemo lahko, da je iz rezultatov raziskave razvidno, da je zavedanje koordinatorjev in monterjev v vseh anketiranih distribucijah, da so učinki uvajanja in izvajanja DPN na NN pozitivni. Glede na to, da so koordinatorji in monterji še posebej izpostavili varno delo, predlagamo, da se nadaljuje z rednim nadzorom postopkov pri izvedbi posameznih delovnih

nalogov in se ob dve letnih ciklih preverjanja kompetentnosti izvajalcev še posebej ocenijo možne nastale nevarne situacije.

Literatura

- AGEN-RS. (2013). *Poročilo o kakovosti oskrbe z električno energijo v letu 2011*. Dostopno na <http://www.agen-rs.si/porocanje-o-kakovosti-oskrbe>.
- CEER. (2012). *5th CEER Benchmarking Report on the Quality of Electricity Supply. Brussels: Council of European Energy Regulators*. Dostopno na http://www.energy-regulators.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity/Tab/CEER_Benchmarking_Report.pdf.
- CIGRE. (2013). *Live Work – A Management Perspective* (Technical Brochure No 561). Joint Working Group B2/B3.27 (JWG 27). Paris: december 2013.
- EPRI. (2004). *Live Work Guide for Substations* (Research report). Palo Alto, CA: EPRI {1008746}.
- Looms, J. S. T. (1981). Live working on high-voltage lines, *IEEPROC*, 128(2).
- Lovrenčič, V. (2013a). *Uvajanje in izvajanje dela pod napetostjo na NN v Elektro Gorenjska d.d., Poročilo št. 124/VL/13*. Ljubljana: C&G d.o.o. Ljubljana.
- Lovrenčič, V. (2013b). *Uvajanje in izvajanje dela pod napetostjo na NN v Elektro Maribor d.d., Poročilo št. 123/VL/13*. Ljubljana: C&G d.o.o. Ljubljana.
- Lovrenčič, V. (2013c). *Uvajanje in izvajanje dela pod napetostjo na NN v Elektro Ljubljana d.d., Poročilo št. 122/VL/13*. Ljubljana: C&G d.o.o. Ljubljana.
- Lovrenčič, V. & Gomišček, B. (2014). *Live Working as an Example of Electrical Installation Maintenance with the Zero Accidents Philosophy. 11th International Conference on Live Maintenance, ICOLIM 2014*. Budapest: maj 2014.
- Lovrenčič, V. & Lušin, M. (2010). *Uvajanje dela pod napetostjo na nizki napetosti v Elektro Maribor d.d., Elaborat št. 84/VL/11*. Ljubljana: C&G d.o.o. Ljubljana.
- Lovrenčič, V. & Lušin, M. (2011). *Uvajanje dela pod napetostjo na nizki napetosti v Elektro Gorenjska d.d., Elaborat št. 85/VL/11*. Ljubljana: C&G d.o.o. Ljubljana.
- Lovrenčič, V. & Lušin, M. (2012). *Uvajanje dela pod napetostjo na nizki napetosti v Elektro Celje d.d., Elaborat št. 99/VL/12*. Ljubljana: C&G d.o.o. Ljubljana.
- Lovrenčič V, in Lušin M, (2008): *Uvajanje dela pod napetostjo (DPN) v slovensko elektroenergetsko okolje, 8. Mednarodna konferenca Globalna varnost, Vodnik po konferenci*. Brdo pri Kranju: 13.-14.11.2008.
- Lovrenčič, V., Lušin, M. & Debeljak, D. (2011). *Uvajanje dela pod napetostjo na nizki napetosti v Elektro Ljubljana d.d., Elaborat št. 97/VL/11*. Ljubljana: C&G d.o.o. Ljubljana.
- Lovrenčič, V. & Oman, V. (2012). *Nadgradnja sistema managementa kakovosti ISO 9001:2008 z zahtevami za izvajanje dela pod napetostjo. 31. Mednarodna konferenca o razvoju organizacijskih znanosti KAKOVOST. INOVATIVNOST. PRIHODNOST*. Portorož: 21. - 23.3.2012.
- Lovrenčič, V., Ružič, B. & Kern, M. (2007). *Splošni pogoji izvedbe dela pod napetostjo in standard SIST EN 50110. 8. konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE – CIRED*. Čatež: maj 2007.
- Lovrenčič, V., Ružič, B., Kern, M. & Lušin, M. (2008). *Uvajanje dela pod napetostjo (DPN) v slovensko elektroenergetsko okolje. 29. posvetovanje o Močnostni elektroenergetiki in sodobnih električnih inštalacijah »Kotnikovi dnevi«*. Radenci: marec 2008.
- Lovrenčič, V., Ružič, B., Krištofelc, S. & Pečovnik, M. (2011). *Z metodo DPN zmanjšujemo število nezgod pri delu. 10. konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE – CIRED*. Ljubljana: 30.5.-1.6.2011.

- Lovrenčić, V. in Lušin, M. (2011a). *Splošni pogoji izvajanja del pod napetostjo na nizki napetosti, SPID – NN INDUSTRIJA* (Priročnik), Konzorcij DPN (Druga izdaja). Ljubljana: C&G d.o.o. Ljubljana.
- Lovrenčić, V. in Lušin, M. (2011b). *Pogoji za izvajanje del pod napetostjo – delovni postopki na nizki napetosti, PID - NN INDUSTRIJA* (Priročnik), Konzorcij DPN (Druga izdaja). Ljubljana: C&G d.o.o. Ljubljana.
- Lovrenčić, V. in Lušin, M. (2011c). *Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti, TOOO – NN INDUSTRIJA* (Priročnik), Konzorcij DPN (Druga izdaja). Ljubljana: C&G d.o.o. Ljubljana.
- Maletič, D., Babnik, M., Maletič, M. & Gomišček, B. (2010). Ocenjevanje učinkovitosti strategije vzdrževanja. *29. mednarodna konferenca o razvoju organizacijskih znanosti*. Portorož: 24.-26. marec 2010.
- Maletič, M., Gašperšič, K., Maletič, D. & Gomišček, B. (2010). Pomembnost vključevanja okoljskih vidikov pri določevanju karakteristik kakovosti proizvoda. *29. mednarodna konferenca o razvoju organizacijskih znanosti*. Portorož: 24.-26. marec 2010.
- Matvoz, D., Bokal, D., Omahen, G., Maksić, M., Kernjak, M. & Lovrenčić, V. (2009). *Analiza uvajanja vzdrževalnih del pod napetostjo v slovenskih distribucijskih podjetjih*. Ljubljana: EIMV, Študija št. 1861, februar 2009.
- Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka, Ur. l. RS, št. 29/1992.
- SIST EN 50110-1:2007 Obratovanje električnih inštalacij.
- SIST EN 50110-1:2013 Obratovanje električnih postrojev.
- Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1), Ur. l. RS, št. 43/2011.