



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija  
Program: Inženir elektroenergetike  
Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne  
instalacije

## **IZVAJANJE DELA POD NAPETOSTJO NA NIZKONAPETOSTNIH INŠTALACIJAH**

Mentor: dr. Viktor Lovrenčič, univ. dipl. inž. el.

Kandidat: Jure Pristovnik

Lektor/ica: Helena Kolar, predmetna učiteljica slovenskega in nemškega jezika

Maribor, oktober 2019

## **ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujem mentorju dr. Viktorju Lovrenčiču za strokovno pomoč, ažurnost in nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se sodelavcema Aleksandru Polancu in Sebastijanu Greifu iz podjetja Elektro Maribor, d. d., za pomoč in nasvete pri pridobivanju potrebnih podatkov za izdelavo diplomske naloge. Zahvala gre tudi moji partnerki za vso podporo v času študija.

## IZJAVA

Študent Jure Pristovnik izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Viktorja LOVRENČIČA, univ. dipl. inž. el.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

Delo pod električno napetostjo je v Sloveniji, kot tudi v svetu dobro uveljavljena metoda. Pripomore pri preventivnem vzdrževanju posameznih objektov brez nepotrebnih motenj pri dobavi z električno energijo. Z uvajanjem dela pod napetostjo zagotavljamo odjemalcem nemoteno in zanesljivejše napajanje električne energije. Distribucijskim podjetjem pa pripomore k večji usposobljenosti zaposlenih, manjšim številom nesreč, obvladovanjem novih tehnologij ter večanju ugleda. Z izvajanjem dela pod napetostjo pripomoremo pri kazalcih SAIDI in SAIFI, ki nam beležijo število in čas prekinitev.

Podali smo pravno in zakonsko podlago iz Zakona o varnosti in zdravju pri delu, Slovenskega standarda SIST EN 50110-1:2013 ter iz Pravilnika o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka. Definirali smo splošne pogoje za izvajanje dela pod napetostjo na nizkonapetostnih inštalacijah.

V praktičnem primeru smo predstavili, kako smo s postopkom dela pod napetostjo izvedli zamenjavo dotrajanega podstavka varovalke na nizkonapetostni plošči v transformatorski postaji.

## **KLJUČNE BESEDE**

- delo pod napetostjo
- vzdrževanje
- nizka napetost

## **ABSTRACT**

Working under voltage is a well-established method in Slovenia as well as in the world. Assists in preventative maintenance of individual facilities without unnecessary disruption of electricity supply. By introducing work under voltage, we provide customers with a smooth and reliable power supply. It helps distribution companies to increase employee skills, reduce accidents, master new technologies and increase their reputation. By performing work under voltage, we help SAIDI and SAIFI indicators, which record the number and time of interruptions.

We have provided legal basis of the Occupational Safety and Health Act, the Slovenian Standard SIST EN 50110-1: 2013 and the Rules on Occupational Health and Safety against the risk of electric shock. We have defined the general conditions for performing work under voltage on low-voltage installations.

In the practical example, we presented how, through the work under voltage, we replaced the worn fuse base on the low-voltage plate in the electrical substration.

## **KEYWORDS**

- work under voltage
- maintenance
- low voltage

## KAZALO

1	UVOD .....	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge .....	1
1.3	Predstavitev okolja .....	1
1.4	Predpostavke in omejitve .....	1
1.5	Metode dela .....	1
2	TEORETIČNE OSNOVE .....	2
2.1	Zgodovina DPN.....	2
2.2	Pravna in zakonska podlaga .....	3
2.2.1	Zakon o varnosti in zdravju pri delu .....	3
2.2.2	Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka .....	5
2.2.3	Slovenski standard SIST EN 50110-1:2013.....	5
2.3	Delo pod napetostjo .....	7
2.4	Usposabljanje .....	8
3	SPLOŠNI POGOJI ZA IZVAJANJE DPN NA NN INŠTALACIJAH .....	9
3.1	Področje uporabe .....	9
3.2	Razlaga pojmov .....	10
3.3	Metode DPN .....	12
3.4	Ukrepi preprečevanja kratkih stikov.....	14
3.5	Osebna varovalna oprema monterja .....	18
3.6	Vremenski pogoji pri izvajanju DPN.....	19
3.7	Pregled orodja pred delom .....	20
3.8	Vzdrževanje orodja in opreme.....	21
3.9	Odnos med izvajalcem in vodjo.....	21
4	PRAKTIČNI DEL .....	22
4.1	Dokumenti za varno delo pod napetostjo na nizki napetosti .....	22
4.2	Priprava dela in mesta za izvajanje .....	24
4.3	Organizacija del in izvajanje .....	27
4.4	Postopki dela pod napetostjo .....	29
4.5	Demontaža in priključevanje.....	31
5	ZAKLJUČKI.....	33
6	LITERATURA IN VIRI .....	34

## KAZALO SLIK

Slika 1: Metode DPN .....	12
Slika 2: DPN na nadzemnih vodih z neizoliranimi oziroma golimi vodniki .....	15
Slika 3: DPN na opremi v razvodnih dozah in omarah v vlažnih prostorih .....	16
Slika 4: DPN na podzemnih električnih vodih .....	17
Slika 5: DPN na opremi – razvodne doze in omarice .....	18
Slika 6: Osebna zaščitna sredstva monterja .....	25
Slika 7: Ograditev delovišča .....	26
Slika 8: Priprava orodja .....	26
Slika 9: Premostitvena naprava s priključki .....	27
Slika 10: Položitev izolacijskega tepiha ter začetek prekrivanja .....	28
Slika 11: Nameščena prekrivala .....	28
Slika 13: Merjenje bremena .....	29
Slika 12: Namestitev premostitvene naprave .....	30
Slika 14: Vključitev premostitvene naprave .....	30
Slika 15: Merjenje bremena po vklopu .....	31
Slika 16: Demontaža – montaža odvodnega vodnika .....	32
Slika 17: Zaščita prevodnega dela kabljskega čevlja s prekrivno kapico .....	32
Slika 18: Montaža podstavka varovalnega elementa .....	33

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Minimalne razdalje za delo v bližini napetosti .....	6
Tabela 2: Najmanjša zračna sprejemljiva razdalja, ki določa zunanjo mejo območja dela .....	7

## KRATICE

DPN:	delo pod napetostjo
NN:	nizka napetost
DCV:	dispečerski center vodenja
TP:	transformatorska postaja
PID-NN:	pogoji za izvajanje del pod napetostjo na nizki napetosti
SPID-NN:	splošni pogoji za izvajanje del pod napetostjo na nizki napetosti

# 1 UVOD

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Električna energija predstavlja v svetu enega izmed najpomembnejših dejavnikov, ki jih potrebujemo za življenje, razvoj družbe in tehnologije. Potrebe po nemoteni in kakovostni električni energiji pa so zaradi novih in občutljivih naprav pri odjemalcih vedno večji. Za razvoj in uvajanje dela pod napetostjo v elektrodistribucijskih podjetjih gredo pohvale strokovnjakom iz podjetja C&G, d. o. o., ki so pričeli z uvajanjem metode vzdrževanja dela pod napetostjo.

## 1.2 CILJI NALOGE

V diplomski nalogi smo obdelali področje dela pod napetostjo na nizkonapetostnih instalacijah, predstavili splošne pogoje izvajanja del pod napetostjo, tehnično opisali opremo in orodje za izvajanje dela pod napetostjo. Izdelano je bilo poročilo o zamenjavi dotrajanega varovalnega elementa glavnih varovalk pri končnem odjemalcu.

## 1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Podjetje Elektro Maribor, d. d., je eno izmed petih distribucij električne energije v republiki Sloveniji. Na dan 31. 12. 2018 je bilo v podjetju zaposlenih 755 delavcev. Elektro Maribor, d. d., je razdeljeno na pet območnih enot, in sicer OE Maribor z okolico, OE Murska Sobota, OE Gornja Radgona, OE Ptuj in OE Slovenska Bistrica. Ima tudi dve storitveni enoti, in sicer SE Maribor in SE Ljutomer. Glavna dejavnost podjetja je distribucija električne energije odjemalcem. Skupaj pokriva območje veliko 3.992 km<sup>2</sup>.

## 1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Pri pripravi dokumentacije (naročila dela) je potrebno jasno pripraviti naročilo dela, v katerem so navedeni podatki, kot so opis del, mesto izvajanja dela, naziv postroja, časovno planirani okviri dela, koordinator DPN in skupinovodja DPN.

## 1.5 METODE DELA

Pri izdelavi diplomske naloge smo uporabili različne metode dela:



V teoretičnem delu smo uporabili metodo združevanja. Združili smo raziskovalna dela različnih avtorjev ter zahteve posameznih standardov in predpisov. Pri povzemanju informacij iz internetnih virov smo uporabili metodo povzemanja.

V praktičnem delu smo uporabili analitično metodo dela. Razčlenili smo obstoječe stanje ter si s tem pomagali pri pripravi strokovnega vidika. Pri opisu izvajanja postopka smo uporabili opisno metodo.

V zaključku smo z metodo sinteze združili glavne ugotovitve raziskovalnega dela ter jih primerjali s praktičnim delom.

## **2 TEORETIČNE OSNOVE**

### **2.1 ZGODOVINA DPN**

DPN na srednji napetosti se je prvič pričelo izvajati v ZDA v zvezni državi Ohio leta 1913 z uporabo lesene palice za ločevanje.

DPN in njegovo uvajanje se je v Jugoslaviji pričelo leta 1961, kjer je tedanja

Elektrogospodarska skupnost (EGS) organizirala posvetovanje, na katerem so bile sprejete usmeritve za uvajanje dela pod napetostjo. Z letom 1979 je bila na podlagi jugoslovanske konference elektro energetikov YUKO CIGRE ustanovljena delovna skupina 22.06 »Delo pod napetostjo«. Leta 1983 je bil sprejet program z jasnimi usmeritvami za DPN. V obravnavah in izmenjavah izkušenj o DPN so sodelovali strokovnjaki iz Madžarske, Francije in Zvezne republike Nemčije.

(C-G, 2013)

Uvajanje DPN v Sloveniji se je pričelo v industriji, in sicer v Nuklearni elektrarni Krško, Papirnici Vevče in v Savskih elektrarnah Ljubljana, ki sta prvi opravili celoten proces DPN v svojem strokovnem delovnem okolju. Prvega usposabljanja za izvajanje DPN se je leta 2008 udeležilo 23 strokovnjakov, ki so pridobili pooblastila za DPN.

(C-G, 2010)

Usposabljanja za DPN na NN je slovenska distribucija pričela leta 2011. Na usposabljanjih so monterji in koordinatorji pridobili vsa potrebna znanja in veščine za izvajanje DPN ter prejeli pooblastila od delodajalcev za izvajanje DPN na NN.

(C-G, 2013)

## 2.2 PRAVNA IN ZAKONSKA PODLAGA

Pravna osnova za uvajanje in izvajanje DPN v Sloveniji je določena z naslednjimi predpisi:

- Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1), Ur. l. RS. št. 43/2011
- Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka, Ur. l. RS. št. 29/1992
- Slovenski standard SIST EN 50110-1:2013, Obratovanje električnih postrojev.

### 2.2.1 ZAKON O VARNOSTI IN ZDRAVJU PRI DELU

Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1, 2011, 1. člen) navaja, da se s tem zakonom določajo pravice in dolžnosti delodajalcev in delavcev v zvezi z varnim in zdravim delom ter ukrepi za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu. (ZVZD-1)

Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1, 2011, 5. člen) navaja, da mora delodajalec zagotoviti varnost in zdravje delavcev pri delu. V ta namen mora izvajati ukrepe, potrebne za zagotovitev varnosti in zdravja delavcev ter drugih oseb, ki so navzoče v delovnem procesu, vključno s preprečevanjem, odpravljanjem in obvladovanjem nevarnosti pri delu, obveščanjem in usposabljanjem delavcev, z ustrezno organiziranostjo in potrebnimi materialnimi sredstvi. (ZVZD-1)

Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1, 2011, 17. člen) navaja, da mora delodajalec pisno oceniti tveganja, ki so jim delavci izpostavljeni ali bi lahko bili izpostavljeni pri delu, po postopku, ki obsega zlasti:

- identifikacijo oziroma odkrivanje nevarnosti;
- ugotovitev, kdo od delavcev bi bil lahko izpostavljen identificiranim nevarnostim;
- oceno tveganja, v kateri sta upoštevana verjetnost nastanka nezgod pri delu, poklicnih bolezni oziroma bolezni v zvezi z delom in resnost njihovih posledic;
- odločitev o tem, ali je tveganje sprejemljivo;
- odločitev o uvedbi ukrepov za zmanjšanje nesprejemljivega dejanja.

(ZVZD-1)

Delavec mora popraviti in dopolniti oceno tveganja vsakokrat:

- ko obstoječi preventivni ukrepi varovanja niso zadostni oziroma niso več ustrezni;
- ko se spremenijo podatki, na katerih je ocenjevanje temeljilo;
- ko obstajajo možnosti in načini za izpopolnitev oziroma dopolnitev ocenjevanja.

(ZVZD-1)

Delodajalec mora po izvedenem ocenjevanju tveganja za varnost in zdravje pri delu izdelati in sprejeti izjavo o varnosti z oceno tveganja v pisni obliki, ki glede na vrsto in obseg dejavnosti vsebuje zlasti:

- načrt za izvedbo predpisanih zahtev in ukrepov;
- načrt in postopke za izvedbo ukrepov v primerih neposredne nevarnosti;
- opredelitev obveznosti in odgovornosti odgovornih oseb delodajalca in delavcev za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu.

(ZVZD-1)

Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1, 2011, 19. člen) navaja, da mora delodajalec zagotavljati varnost in zdravje pri delu v skladu z izjavo o varnosti z oceno tveganja zlasti tako, da:

- poveri opravljanje nalog varnosti pri delu strokovnemu delavcu, izvajanje zdravstvenih ukrepov pa izvajalcu medicine dela;
- obvešča delavce o uvajanju novih tehnologij in sredstev za delo ter nevarnostih za nezgode, poklicne bolezni in bolezni, povezane z delom, ter izdaja navodila za varno delo;
- usposablja delavce za varno in zdravo delo;
- zagotavlja delavcem osebno varovalno opremo in njeno uporabo, če sredstva za delo in delovno okolje kljub varnostnim ukrepom ne zagotavljajo varnosti in zdravja pri delu;
- z obdobjimi preiskavami škodljivosti delovnega okolja preverja ustrezne delovne razmere;
- z obdobjimi pregledi in preizkusi delovne opreme preverja njihovo skladnost s predpisi o varnosti in zdravju pri delu;
- zagotavlja varno delovno okolje in uporabo varne delovne opreme.

(ZVZD-1)

Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1, 2011, 38. člen) navaja, da mora delodajalec delavca usposobiti za varno opravljanje dela ob sklenitvi delovnega razmerja, pred razporeditvijo na drugo delo, pred uvajanjem nove tehnologije in novih sredstev za delo ter ob spremembi v delovnem procesu, ki lahko povzroči spremembo varnosti pri delu. (ZVZD-1)

Usposabljanje mora biti prilagojeno posebnostim delovnega mesta in se izvaja po programu, ki ga mora delodajalec po potrebi obnavljati in katerega vsebino mora spreminjati glede na njihove oblike in vrste nevarnosti. Usposabljanje za varno delo preverja delodajalec na delovnem mestu. (ZVZD-1)

Delodajalec določi obvezne občasne preizkuse teoretične in praktične usposobljenosti za varno delo za delavce, ki delajo na delovnem mestu, na katerem iz ocene tveganja izhaja večja nevarnost za nezgode in poklicne bolezni, ter za delavce, ki delajo na delovnih mestih, na katerih so nezgode pri delu in poklicne

bolezni pogostejše. Rok za občasne preizkuse iz prejšnjega odstavka ne sme biti daljši od dveh let. (ZVZD-1)

## **2.2.2 PRAVILNIK O VARSTVU PRI DELU PRED NEVARNOSTJO ELEKTRIČNEGA TOKA**

Pravilnik o varstvu pri delu pred napetostjo električnega toka (1992, 54. člen) navaja, da delo pod napetostjo predstavlja v primeru, da niso izvedeni posebni in ustrezni varstveni ukrepi, veliko nevarnost za delavce, elektroenergetske postroje, električne naprave, električno opremo, električne instalacije in okolico.

Delo na delih elektroenergetskih objektov, elektroenergetskih postrojev, električnih napravah oziroma opremi pod napetostjo so dovoljena v izjemnih primerih, kar mora biti opredeljeno in ustrezno utemeljeno ter podrobno obdelano v internih predpisih.

Poseben interni predpis mora obvezno vsebovati podrobna določila za varno delo pod napetostjo, v katerem morajo biti med drugimi vključene tudi naslednje zahteve:

- delavci, ki taka dela izvajajo, morajo biti strokovnjaki elektrotehniške stroke in glede na vrsto del ter obseg nevarnosti še posebej usposobljeni,
- delavci morajo biti zdravstveno pregledani in morajo biti zdravstveno sposobni za takšna dela,
- izbrani sistem dela pod napetostjo in delovni postopek mora biti vnaprej določen in preverjen,
- delavci morajo glede na izbran način dela pod napetostjo uporabljati ustrezna izolirna orodja, sredstva in opremo za osebno varstvo ter druga zaščitna sredstva in opremo,
- izdelana morajo biti pisna navodila za vsako vrsto dela posebej,
- na mestu dela mora biti zagotovljeno reševanje in prva pomoč v primeru poškodbe delavca z električnim tokom,
- določeni morajo biti dokumenti za varno delo pod napetostjo, njihova vsebina in oblika ter postopek izdajanja.

## **2.2.3 SLOVENSKI STANDARD SIST EN 50110-1:2013**

Slovenski inštitut za standardizacijo (SIST) je nacionalni organ, ki spremlja razvoj v mednarodni in evropski standardizaciji ter sodeluje pri nastanku dokumentov nacionalnih tehničnih odborov. SIST/TC DPN (Tehnični odbor DELO POD NAPETOSTJO) je bil ustanovljen v letu 2007. (C-G, 2015)

Standard SIST EN50110:2013 je sestavljen iz dveh delov:

- 1. del EN 50110 vsebuje minimalne zahteve, ki veljajo v vseh državah CENELEC, in nekatere informativne dodatke o varnem delu v električnih postrojih ali v njihovi bližini;

- 2. del EN 50110 sestavlja zbirka nacionalnih normativnih podatkov (po eden za vsako državo), ki vsebujejo tako sedaj veljavne varnostne zahteve, kot tudi nacionalna dopolnila minimalnih zahtev.

Ta slovenski standard velja za celotno obratovanje električnih postrojev in za dela v njih ali z njimi ali v njihovi bližini. Uporablja se za električne postroje vseh napetostnih nivojev, od male do visoke napetosti, pri katerih obstaja nevarnost udara električnega toka. (C-G, 2015)

<b>Napetost [kV]</b>	<b>SIST EN 50110</b>	<b>Pravilnik (1992)</b>
≤ 1	300 mm	400 mm
10	1150 mm	700 mm
20	1220 mm	700 mm
35	1380 mm	700 mm
110	2000 mm	1150 mm
220	3000 mm	2300 mm
400	4000 mm	3300 mm

*Tabela 1: Minimalne razdalje za delo v bližini napetosti*

Vir: C-G. (2015)

Nazivna omrežna napetost $U_N$ kV	Najmanjša sprejemljiva zračna razdalja, ki določa zunanjo mejo območja dela pod napetostjo $D_L$ mm	Najmanjša sprejemljiva zračna razdalja, ki določa zunanjo mejo območja v bližini delov pod napetostjo $D_V$ mm
$\leq 1$	brez stika	300
3	60	1120
6	90	1120
10	120	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
36	380	1380
45	480	1480
60	630	1630
70	750	1750
110	1000	2000
132	1100	3000
150	1200	3000
220	1600	3000
275	1900	4000
380	2500	4000
480	3020	6100
700	5300	8400

Tabela 2: Najmanjša zračna sprejemljiva razdalja, ki določa zunanjo mejo območja dela

Vir: C-G. (2015)

### 2.3 DELO POD NAPETOSTJO

DPN je v svetu že desetletja dolgo uveljavljena metoda dela, ki omogoča dobaviteljem in odjemalcem električne energije preventivno vzdrževanje ter nemoten odjem električne energije. Vključuje vzdrževalna dela ali preventivna vzdrževalna dela. Zmanjšuje število načrtovanih in nenačrtovanih izklopov in omogoča varna izredna

vzdrževanja, ki jih dejansko ne bi bilo mogoče opraviti v breznapetostnem stanju ali pa bi bilo to cenovno zelo drago.

(NAŠ STIK. 2013)

DPN je vsako delo, pri katerem se delov pod napetostjo zavestno dotikamo z deli telesa, orodjem, opremo ali napravami. (SIST EN 50110-1 :2013)

DPN se sme izvajati, kadar ne moremo drugače izvesti popravila, ob tem pa se moramo držati predpisanih postopkov.

Osnovne metode DPN so metoda dela na oddaljenosti, metoda dela v dotiku, metoda dela na potencialu in DPN s kombinirano metodo. (SPID – NN)

Delo pod napetostjo predstavlja v primeru, da niso izvedeni posebni in ustrezni varnostni ukrepi, veliko nevarnost za delavce, elektroenergetske postroje, električne naprave, električno opremo, električne inštalacije in okolico.

Delo na delih elektroenergetskih objektov, elektroenergetskih postrojev, električnih napravah oziroma opremi pod napetostjo so dovoljena v izjemnih primerih, kar mora biti opredeljeno in utemeljeno ter podrobno obdelano v internih predpisih.

(SPID – NN)

Delodajalec je dolžan izpolniti predpisane pogoje za varno delo pod napetostjo, zato mora izpolniti naslednje zahteve:

- pred uvajanjem dela pod napetostjo mora že izdelano izjavo o varnosti z oceno tveganja dopolniti z izvajanjem del pod napetostjo;
- dopolniti mora interni predpis, ki ureja področje varnosti in zdravja pri delu, ki mora obvezno vsebovati podrobna določila za varno delo pod napetostjo.

(SPID – NN)

## 2.4 USPOSABLJANJE

Usposabljanje strokovnega kadra je osnovni pogoj za uvajanje DPN.

Za usposabljanje DPN je potrebno izpolnjevati vse zakonske obveznosti, ki so zahtevani v 54. členu Pravilnika o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka.

(Ur. l. RS, št. 29/1992), in sicer:

- delavci, ki izvajajo DPN na NN, morajo biti strokovnjaki elektrotehniške stroke (kar so vsi monterji, starejši od 19 let),
- delavci, ki izvajajo DPN na NN, morajo biti posebej usposobljeni,
- izbrani sistem DPN na NN in delovni postopek morata biti vnaprej določena in preverjena,

- delavci morajo glede na izbrani način DPN na NN uporabljati ustrezna orodja, sredstva in opremo za osebno varstvo. (ICES)

Kot navajajo, se usposabljanje za DPN na NN izvaja v na novo oblikovanih programih (programi za distribucije, C&G in HEP NOC):

- koordinatorji DPN, Program št. DPN/NN-K,
- monterji DPN – nizkonapetostne inštalacije, Program št. DPN/NN-N,
- monterji DPN – nizkonapetostna omrežja, Program št. DPN/NN-O.

V skladu z zahtevami sistemskih priročnikov in zahtev za usposabljanje s področja VZD se vsaki dve leti izvede usposabljanje obnove znanja, ki obsega teoretični in praktični del s preizkusom znanja. (C-G, 2013)

Uvajanje v DPN v slovenski distribuciji je bilo zaupano instruktorem HEP NOC in strokovnjakom iz podjetja C&G. Izdana so bila pooblastila monterjem in koordinatorjem za DPN na NN. Obnova usposabljanja se izvede po dveh letih izvajanja. (C-G, 2015-2)

### **3 SPLOŠNI POGOJI ZA IZVAJANJE DPN NA NN INŠTALACIJAH**

#### **3.1 PODROČJE UPORABE**

SPID – NN se uporablja za nizke napetosti, za izmenične napetosti (AC), ki so nižje ali enake 1000 V, in enosmerne napetosti (DC), ki so nižje ali enake 1500 V ter so skladni s standardom SIST EN 50110.

SPID – NN so splošna pravila, ki jih morajo spoštovati delavci, ki delajo pod napetostjo. Pokrivajo področje dela pod napetostjo (DPN) na majhnih napetostih in na nizki napetosti (NN) na konstrukcijah, inštalacijah in opremi.

SPID – NN pokrivajo delo pod napetostjo in čiščenje na:

- nadzemnih in podzemnih omrežjih za distribucijo električne energije, javno razsvetljava in priključkih,
- na javnih in zasebnih inštalacijah, električni opremi, vodih in napravah,
- krmilnih, merilnih in telekomunikacijskih krogih, vključujoč tudi napajanje njihovih sekundarnih tokokrogov,
- akumulatorskih baterijah in njihovih energetske tokokrogih,
- električnih vodih, vzponskih vodih in servisnih sistemih (vključenih v notranjo opremo),



- sončnih elektrarnah.

Pri izvajanju postopkov DPN na NN je potrebno obvezno upoštevati vsa pravila, ki omogočajo električna ali vsa druga dela v bližini neizoliranih aktivnih NN delov.

SPID – NN se morajo uporabljati tudi za nekatera specifična NN dela v skladu s postopkom DPN:

- premikanje neizoliranih nadzemnih vodnikov,
- delo na NN delih kombiniranih SN/NN sistemov,
- priključevanje in demontaža izoliranih vodnikov v razvodnih omarah in zaključni spojni razvodni opremi (vrstne sponke, merilni priključki),
- čiščenje,
- delovne zahteve uporabe neizoliranih ali pomanjkljivo izoliranih fleksibilnih ohišij (zasloni, pregrade, fleksibilna izolacijska prekrivala ...).

(SPID – NN)

### 3.2 RAZLAGA POJMOV

1. Delovni prostori so prostori v gradbenih objektih, v katerih se opravljajo proizvodni ali drugi delovni postopki oziroma v katerih se gibljejo ali zadržujejo delavci pri delu pretežni del delovnega časa, kot tudi prostori in površine za gibanje delavcev pri delu in pomožni prostori (jedilnice, kadihnice sanitarije ...).
2. Delovišča so delovni kraji v delovnih prostorih in izven njih, kjer se opravlja delo začasnega značaja. Po končanju del se vsa sredstva za delo iz delovišča odstranijo.
3. Dela na elektroenergetskih objektih, elektroenergetskih postrojih, električnih napravah, električni opremi in električnih inštalacijah obsegajo: vzdrževanje, rekonstrukcijo, razširitev, preizkušanje in zagone.
4. Mesto izvajanja dela je prostor v objektu ali izven objekta, kjer delavec opravlja dela oziroma naloge.
5. Zavarovanje mesta dela pomeni izvedbo določenega postopka, uporabo določenega sredstva in opreme za osebno varnost delavcev, zato da se prepreči poškodba pri delu.
6. Dela v breznapetostnem stanju so dela v prostoru ali na prostem, ki se opravljajo na elektroenergetskem postroju, električni napravi, električni opremi ter električni inštalaciji, v katerih je iz vseh električno vodljivih delov, tudi iz kabelskih in zračnih vodov, izklopljena napetost, in če so pred pričetkom dela izvedeni predpisani varstveni ukrepi.
7. Dela v bližini napetosti so dela, ki se opravljajo na predpisani varnostni razdalji od delov pod napetostjo, če iz določenih razlogov ni bilo mogoče zagotoviti breznapetostnega stanja sosednjih delov. Ta dela so dela s povečano nevarnostjo, in je zaradi tega potrebno delavce posebej opozoriti na dele, ki

- so ostali pod napetostjo, in natančno določiti delokrog, območje gibanja ter izvesti varstvene ukrepe.
8. Dela pod napetostjo so dela, ko se delov pod napetostjo dotikamo po predpisanem postopku.
  9. Električni udar je patofiziološki učinek električnega toka, ki prehaja skozi človeško telo.
  10. Varstvo pred električnim tokom obsega varstvene ukrepe, ki preprečujejo nevarnosti zaradi električnega udara, električnega obloka, eksplozije, požara in drugo.
  11. Varnostna razdalja je najmanjša dovoljena razdalja med deli pod napetostjo in katerikoli delom telesa delavca oziroma neizoliranega orodja ali opreme, ki jo uporablja delavec.
  12. Orodje I. razreda je orodje, pri katerem varstvo pred električnim udarom ni zasnovano samo z osnovno izolacijo, marveč vključuje tudi dodatni varstveni ukrep, po katerem so dostopni vodljivi deli povezani z zaščitnim vodnikom v stalnem ožičenju inštalacije tako, da dostopni prevodni deli ne bi postali nevarni za dotik tudi v primeru odpovedi osnovne izolacije.
  13. Orodje II. razreda je orodje, pri katerem varstvo pred električnim udarom ni zasnovano samo z osnovno izolacijo, marveč z dvojno ali ojačano izolacijo, ki ne dopušča priključitve na zaščiten vodnik. Takšno orodje je lahko izvedeno z izolirnim ali kovinskim ohišjem.
  14. Orodje III. razreda je orodje, pri katerem se varstvo pred električnim udarom doseže z napajanjem z varnostno malo napetostjo, pri čemer se ne morejo pojaviti napetosti, ki so višje od male napetosti.
  15. Varovalna sredstva in oprema so naprave, prenosne in prevozne, ki služijo za zavarovanje delavcev pred udarom električnega toka, vplivom električnega obloka, električnega polja, produkti gorenja in padcev z višine.
  16. Osnovna varovalna izolacijska sredstva so sredstva, katerih izolacija trajno vzdrži napetost, za katero so atestirana, in se delavci z njimi dotikajo električno vodljivih delov pod napetostjo.
  17. Dopolnilna varovalna sredstva, ki sama po sebi ne zagotavljajo zaščite pred udarom električnega toka, temveč dopolnjujejo osnovna varovalna sredstva in se uporabljajo tudi za zaščito pred napetostjo dotika in napetostjo koraka (zaščitne izolacijske rokavice, zaščitna izolacijska obutev, zaščitna čelada).
  18. Koordinator del – odgovorni vodja vseh programskih del je pooblaščen oseba z najširšimi pooblastili, ustrezno stopnjo elektrotehniške izobrazbe, ki koordinira in nadzoruje pravilen potek del ter manipulacij na elektroenergetskih napravah, kadar te potekajo istočasno na več deloviščih.
  19. Vodja del – vodja delovne skupine je pooblaščen oseba, ki ji je zaupano vodstvo del na posameznem delovišču. Dolžan je skrbeti, da imajo delavci pri delu vso potrebno orodje, da uporabljajo predpisana sredstva in opremo za osebno varstvo, za varen potek dela in varen način dela ter za zavarovanje delovišča.

20. Pooblaščen oseba je oseba, ki je pooblaščen za določeno samostojno delo in prevzame sama odgovornost za svoje delo kakor tudi za sebe.
21. Varnostna oddaljenost je najmanjša dopustna oddaljenost vodnika oziroma delov pod napetostjo od zemlje ali objekta v katerikoli smeri pri temperaturi 313 K (+ 40 °C) in obtežitvi zaradi vetra od nič do polne vrednosti.
- (SPID – NN)

### 3.3 METODE DPN

SPID – NN pokrivajo področje DPN na majhnih napetostih in na NN na konstrukcijah, inštalacijah in opremi z uporabo naslednjih metod dela:

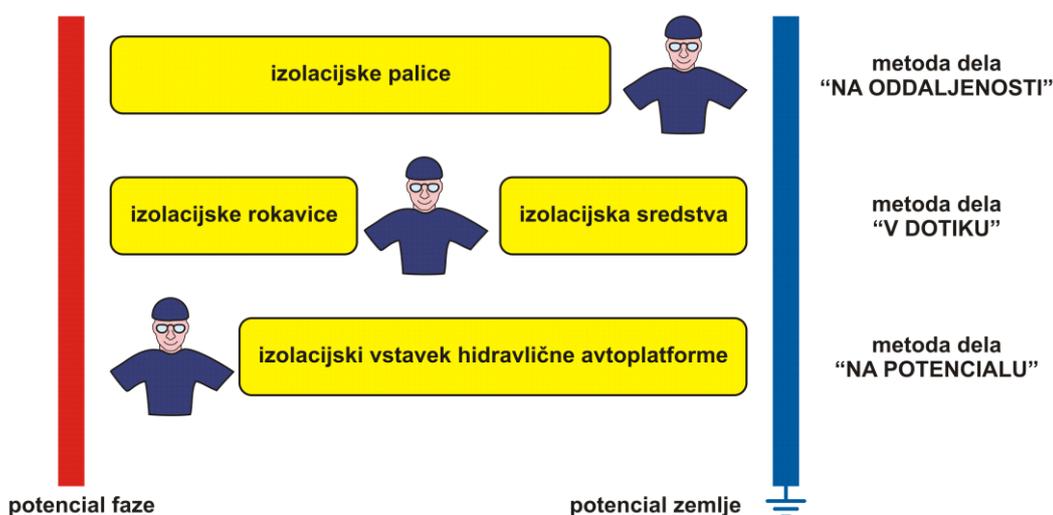
- DPN na oddaljenosti,
- DPN v dotiku,
- DPN na potencialu,
- DPN s kombinirano metodo,
- DPN z uporabo posebne delovne opreme.

Metoda dela na oddaljenosti z uporabo izolacijskih palic predvideva:

- da ostanejo monterji izven MOP- NN 0,40 m od aktivnih neizoliranih delov,
- uporabo ustreznih (odobrenih) izolacijskih orodij.

(SPID – NN)

Uporaba metode dela v dotiku vključuje nošenje izolacijskih rokavic, ker bi lahko prišlo do dotika z neizoliranimi aktivnimi deli, na katerih se dela neposredno ali s pomočjo orodja.



Slika 1: Metode DPN  
(Vir: C&G)

Nabor del, ki se izvajajo v sklopu DPN na NN:

**Sklop 1:** Dela na odjemnem mestu:

- priključevanje in prevezovanje kablov in žic v nizkonapetostnih (NN) stikalnih napravah,
- zamenjava omaric za hišne priključke,
- suho in mokro čiščenje nizkonapetostnih stikalnih naprav in postrojev,
- delo na števnih in priključnih napravah,
- delo na NN sistemih merilnih transformatorjev,
- tehnično blokiranje hišnih priključkov,
- zamenjava plošče za števec in zamenjava števecv,
- zaslanjanje in prekrivanje delov pod napetostjo,
- montaža in demontaža prenapetostnih odvodnikov.

**Sklop 2:** Dela na nadzemnih vodih:

- izdelava in demontaža nadzemnih hišnih priključkov na odcepnih stebrih, konzolah in strešnih nosilcih,
- montaža in demontaža kablov in nadzemnih kablov (izolirani nadzemni vodniki) za hišne priključke,
- montaža izolacije za gradbene namene (zaslanjanje in prekrivanje delov pod napetostjo),
- montaža in demontaža prenapetostnih odvodnikov,
- zamenjava izolatorjev in podpor na stebrih, konzolah in strešnih nosilcih,
- izdelava in demontaža hišnih priključkov z izoliranimi vodi za nadzemne vode,
- priključitev izoliranega nadzemnega kabla na neizolirani in izolirani sistem nadzemnega voda,
- popravilo poškodovanih vodnikov na neizoliranem nadzemnem sistemu in popravilo izolacije vodnika (za samonosilni kabelski snop),
- prenapenjanje vodnikov na izoliranih in neizoliranih vodih.

**Sklop 3:** Dela na kabelskem omrežju:

- izdelava spoja med dvema kabloma s sintetično izolacijo,
- rezanje kablov s plastično izolacijo,
- priključevanje in demontaža kabla iz priključne omarice, odcepne omarice ali omarice za povezavo z omrežjem,
- priključevanje ali demontaža kablov na NN plošči VN/NN postaje,
- zamenjava podnožij varovalk,
- pritegovanje vijlačnih zvez v NN stikalnih napravah,
- izdelava stisnjenih spojev za plastične kable N(A)YY z vijlačnimi priključki,
- montaža in demontaža prenapetostnih odvodnikov.

(C-G, 2016-2)

### 3.4 UKREPI PREPREČEVANJA KRATKIH STIKOV

Kratek stik nastane, kadar dva vodnika, ki sta na različnih stalnih potencialih, prideta v dotik; ali med faznim in nevtralnim vodnikom ali faznim vodnikom in zemljo; ali kadar se povežejo sponke akumulatorja ali kadar poli vodov enosmernega toka pridejo v dotik, vključujoč tudi napetosti, ki so nižje od 50 V AC ali 120 V DC.

Med delom pod napetostjo lahko monter povzroči kratek stik:

- če dela z orodjem, ki ima nezaščiten kovinski del,
- če premika aktivne neizolirane prevodne dele,
- če premosti izolator s kovinskim delom orodja,
- s premikanjem ali postavljanjem vezne žica (na izolatorju nadzemnega voda),
- z naključnim padcem nekega kovinskega predmeta,
- z nepravilnim čiščenjem aktivnih neizoliranih delov itd.

(SPID – NN)

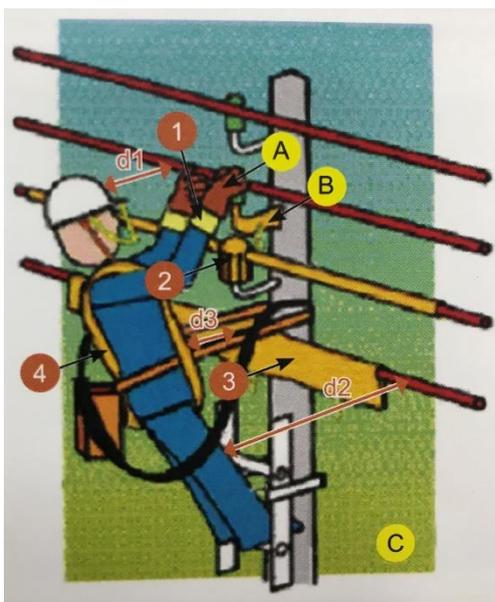
Pri izvajanju DPN mora biti monter prepričan, da med delom ne bo prišel v dotik niti z enim neizoliranim prevodnim delom. Če obstaja kakršnakoli nevarnost zaradi dotika, mora monter preprečiti možnost nastanka kratkega stika s prekrivanjem vseh neizoliranih delov na različnih fiksnih potencialih z nekim sredstvom izoliranja z izjemo tistega, na katerem dela.

Monter mora oceniti tveganje zaradi dotika na podlagi:

- dimenzij neizoliranih prevodnih delov, na katerih dela,
- neizoliranih delov orodja,
- možnih premikov delov v električnem okolju,
- lastnega gibanja in aktivnosti.

Monter, ki izvaja dela v bližini električnih postrojev, je izpostavljen nevarnostim, ki jih povzroča električni oblok. Električni oblok ni samo posledica kratkega stika, ampak tudi posledica ločevanja obremenjenih delov pod napetostjo. Pri takšnem delu je potrebno opraviti oceno tveganja, v katerem se oceni nevarnost obloka ter se izvedejo ukrepi povečanja varnosti monterja.

(C-G, 2015-3)



Slika 2: DPN na nadzemnih vodih z neizoliranimi oziroma golimi vodniki  
(Vir: SPID – NN)

#### Varovanje pred električnim udarom

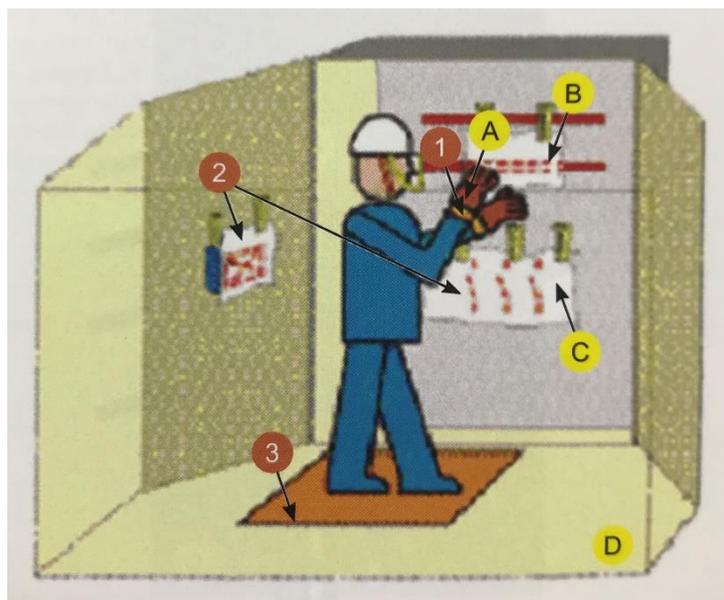
1.	Izolacijske rokavice pri namernem dotiku varujejo pred električnim udarom in se ne smejo uporabljati brez nadrokavic. Kompozitne izolacijske rokavice pri namernem dotiku varujejo pred električnim udarom, nudijo mehansko varovanje in varujejo pred toploto zaradi možnega kratkega stika.
2.	Izolacijsko prekrivalo in prekrivalo za vodnike (naključni dotik $d_3 < 0,40$ m).
3.	Izolacijsko fleksibilno prekrivalo.
4.	Varovalni pas.

#### Varovanje pred kratkim stikom

A	Silikonizirane nadrokavice varujejo pred toploto, ki nastane pri kratkem stiku, in nudijo mehansko varovanje.
B	Izolacijsko fleksibilno prekrivalo preprečuje kratki stik med faznim vodnikom in zemljo.
C	Mesto izvajanje dela.

Oddaljenost  $d_1$  in  $d_2$  med neizoliranimi aktivnimi deli in nevarovanimi deli telesa monterja morajo biti enaki ali večji od 0,40 m.

Prekrivanje, ki se uporablja za preprečevanje naključnih dotikov, omogoča monterju, da odpravi skrb pri vzdrževanju MOP – NN.



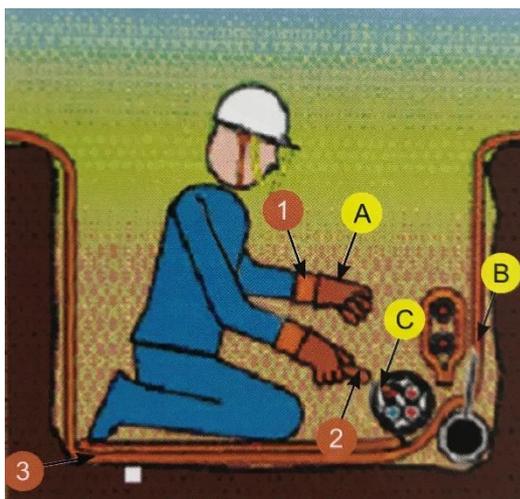
Slika 3: DPN na opremi v razvodnih dozah in omarah v vlažnih prostorih  
(Vir: SPID – NN)

### Varovanje pred električnim udarom

1.	Izolacijske rokavice pri namernem dotiku varujejo pred električnim udarom in se ne smejo uporabljati brez nadrokavic. Kompozitne izolacijske rokavice pri namernem dotiku varujejo pred električnim udarom, nudijo mehansko varovanje in varujejo pred toploto zaradi možnega kratkega stika.
2.	Prekrivanje s fleksibilnim izolacijskim prekrivalom ali vstavljanje zaslona (naključni dotik).
3.	Dodatno izolacijsko varovanje, npr. izolacijska preproga/podlaga, varovalni čevlji ali škornji.

### Varovanje pred kratkim stikom

A	Silikonizirane nadrokavice varujejo pred toploto, ki nastane pri kratkem stiku, in nudijo mehansko varovanje.
B	Prekrivanje s fleksibilnim izolacijskim prekrivalom ali vstavljanje zaslona (pregrade).
C	Prekrivanje s fleksibilnim izolacijskim prekrivalom ali vstavljanje zaslona (pregrade) (tveganje kratkega stika zaradi padca aktivnih prevodnih delov).
D	Mesto izvajanja dela (v njej je monter pregrada za druge osebe)



Slika 4: DPN na podzemnih električnih vodih  
(Vir: SPID – NN)

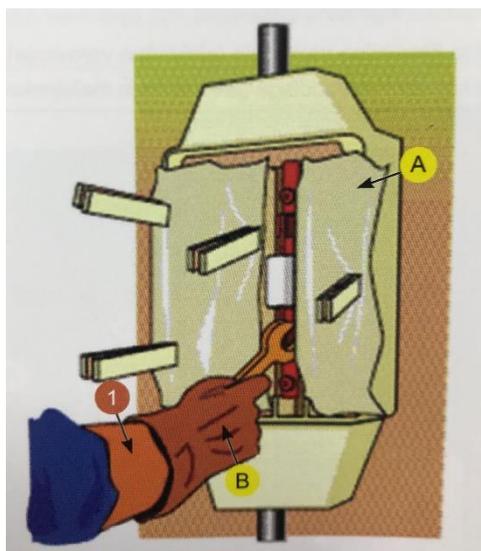
### Varovanje pred električnim udarom

<b>1.</b>	Izolacijske rokavice pri namernem dotiku varujejo pred električnim udarom in se ne smejo uporabljati brez nadrokavic. Kompozitne izolacijske rokavice pri namernem dotiku varujejo pred električnim udarom, nudijo mehansko varovanje in varujejo pred toploto zaradi možnega kratkega stika.
<b>2.</b>	Izolirano orodje.
<b>3.</b>	Dodatna zaščita s prekrivanjem celotnega mesta izvajanja dela v jarku (naključni dotik): <ul style="list-style-type: none"> <li>- polivinilno fleksibilno pokrivalo (električno varovanje),</li> <li>- izolacijska preproga/podlaga (električno in mehansko varovanje).</li> </ul>

### Varovanje pred kratkim stikom

<b>A</b>	Silikonizirane nadrokavice varujejo pred toploto, ki nastane pri kratkem stiku, in nudijo mehansko varovanje.
<b>B</b>	Izolacijsko fleksibilno prekrivalo (fazni vodnik/zemlja in fazni/nevtralni vodnik – kratki stik).
<b>C</b>	Samo en dostopen potencial (dotik fazni vodnik/zemlja in fazni/nevtralni vodnik bi ustvaril kratki stik preko orodja).





Slika 5: DPN na opremi – razvodne doze in omarice  
(Vir: SPID – NN)

### Varovanje pred električnim udarom

<b>1.</b>	<p>Izolacijske rokavice pri namernem dotiku varujejo pred električnim udarom in se ne smejo uporabljati brez nadrokavic. Toda kompozitne izolacijske rokavice v namernem dotiku varujejo pred električnim udarom, nudijo mehansko varovanje in varujejo pred toploto zaradi možnega kratkega stika.</p> <p>Dodatno varovanje za vlažni prostor ali prevodna tla so izolacijske podlage ali varovalni čevlji.</p>
-----------	--

### Varovanje pred kratkim stikom

<b>A</b>	Prekrivanje z izolacijskim prekrivalom ali vstavljanje pregrade (nevarnost zaradi kratkega stika, nastalega zaradi padca neizoliranih prevodnih delov).
<b>B</b>	Silikonizirane nadrokavice varujejo pred toploto, nastalo zaradi kratkega stika, in nudijo mehansko varovanje.

## 3.5 OSEBNA VAROVALNA OPREMA MONTERJA

Osebna varovalna oprema je sredstvo vsakega monterja, ki je odgovoren tudi za vzdrževanje in pregled teh sredstev. Obvezna so za vse vrste del pod napetostjo, razen če ni posebno poudarjena izjema. Drugi monter, ki se približa monterju ali naključno pride v dotik z monterjem neposredno ali z orodjem ali predmetom kakršnekoli vrste, mora imeti osebno varovalno opremo, ki ustreza naravi nevarnosti, ki ji je izpostavljen monter.

(SPID – NN)

Orodje, oprema in naprave morajo biti skladni z zahtevami ustreznih evropskih, nacionalnih ali mednarodnih standardov, če ti obstajajo. Standard našteva primere orodja, opreme in naprav, in to so (SIST EN 50110-1:2013):

- izolacijski škornji, rokavice in galoše,
- zaščita za oči ali obraz,
- primerna zaščitna oblačila,
- izolacijske blazine, plošče in delovni odri,
- izolacijski elastični in togi zaslonski materiali,
- izolirano orodje in orodje iz izolacijskega materiala,
- sprožilni drogovi in izolirne palice,
- ključavnice, napisne tablice, table,
- detektorji napetosti in sistem za detekcijo napetosti,
- oprema za lociranje kablov,
- oprema za ozemljitev in kratkostična oprema,
- pregrade, zastavice in druga označevalna sredstva.

(SPID – NN)

### 3.6 VREMENSKI POGOJI PRI IZVAJANJU DPN

Omejitve DPN za nadzemne vode nizke napetosti, ki so odvisne od vremenskih pogojev.

Pogoji	Nadzemni vodi z neizoliranimi oz. golimi vodniki ali pomanjkljivo izolirani zunanji vodniki	Nadzemni vodi z izoliranimi zunanji vodniki
Majhne atmosferske motnje (brez grmenja)	Dela se lahko pričnejo in zaključijo.	Dela se lahko pričnejo in zaključijo.
Velike atmosferske motnje (brez grmenja in brez močnega vetra)	Dela se ne smejo začeti, toda delovni postopki v teku se lahko zaključijo.	Dela se ne smejo začeti, toda delovni postopki v teku se lahko zaključijo
Gosta megla	Dela se ne smejo začeti, toda delovni postopki v teku se lahko zaključijo.	Dela se ne smejo začeti, toda delovni postopki v teku se lahko zaključijo
Močan veter	Dela se ne smejo začeti niti zaključiti.	Dela se ne smejo začeti niti zaključiti.
Grmenje	Dela se ne smejo začeti niti zaključiti.	Dela se ne smejo začeti niti zaključiti.

(SPID – NN)

Omejitve DPN za podzemne električne vode in notranje inštalacije nizke napetosti, ki so odvisne od vremenskih pogojev.

Pogoji	Podzemni električni vodi in notranje inštalacije
Majhne ali velike atmosferske motnje (brez grmenja)	
Gosta megla	Delo se lahko začne ali zaključi, če je na mestu izvajanja dela dovolj velika vidljivost.
Močan veter	Ne ovira.
Grmenje	Dela se ne smejo začeti niti zaključiti.

(SPID – NN)

Omejitve del pri čiščenju, ki so odvisne od vremenskih pogojev.

Pogoji	Zunanje inštalacije	Notranje inštalacije
Velike atmosferske motnje (brez grmenja), Gosta megla, močnejši veter	Dela se ne smejo začeti niti zaključiti.	Dela se ne smejo začeti in zaključiti.
Grmenje	Dela se ne smejo začeti niti zaključiti.	Dela se ne smejo začeti niti zaključiti.

(SPID – NN)

### 3.7 PREGLED ORODJA PRED DELOM

Vso opremo in orodje, ki se uporablja, mora predpisati Komisija DPN v posebnem priročniku (TOOO-NN).

Pred delom je potrebno vso opremo in orodje pregledati na mestu izvajanja dela. Vsak monter se mora prepričati, da je njegova osebna oprema in orodje v dobrem stanju.

Vodja del je odgovoren za skupno orodje.

Pregled izolacijskih delov in orodja se mora opraviti na podlagi naslednjih metod; pregleda se:

- trenutno stanje delov iz izolacijskega materiala,
- trenutno stanje izolacije kovinskega orodja,
- obstoj poškodb, lukenj ali prask na kateremkoli delu izolacije orodja (celotna ali delna poškodba izolacije), izolacijskem materialu, ne glede na to, ali je pregiben ali trd,
- obstoj kakršnihkoli začetnih prask na gumijastem materialu (ali sintetičnem materialu),
- obstoj lukenj ali prask, tudi najmanjših, na izolacijskih rokavicah.

Pri ostalih delih orodja je potrebno preveriti:

- da nima vidnih poškodb (razpok, deformacij itd.),
- da vsi mehanizmi delajo pravilno,
- da ni poškodovanih kablov, vrvi in zaponk na orodju in materialu.

Če se pri izoliranem orodju in opremi opazijo poškodbe, luknjice ali praske, se mora orodje takoj izločiti iz uporabe in morajo dobiti naslednje oznake:

- dobiti oznako »Ni za uporabo«,
- ob obvestilu o poškodbi morajo biti poslana v preizkuševalni laboratorij.

(SPID – NN)

### **3.8 VZDRŽEVANJE ORODJA IN OPREME**

Predpisano orodje in oprema mora biti redno preizkušeno najmanj enkrat letno. Preizkus se izvaja v preizkuševalnem laboratoriju. Delodajalec je dolžan imenovati osebo, ki opravlja pripravo orodja in opreme za periodično preizkušanje. Vsako orodje in oprema, ki preizkusa ne prestane, mora biti takoj odstranjena iz uporabe in označena z nalepko »Ni za uporabo«.

Pri vsakodnevnem vzdrževanju mora biti orodje in oprema čista in v dobrem stanju.

V primeru pranja orodja in opreme se to izvede z milom.

Nobeno orodje in oprema, ki ga je predpisala komisija za DPN, se ne sme zamenjati z drugo vrsto orodja in opreme.

Če ne obstajajo specifična navodila za popravilo posameznega orodja, lahko popravilo opravi proizvajalec ali pooblaščen serviser.

Orodje in oprema mora biti po uporabi očiščena in skrbno shranjena na lokaciji, predvideni v ta namen.

(SPID – NN)

### **3.9 ODNOS MED IZVAJALCEM IN VODJO**

Pred začetkom del mora monter imeti nalog za DPN. Nalog se uporablja na vseh mestih izvajanja ter za posamezno delo. Če se dela povezujejo, je lahko en skupen nalog za DPN, v katerem je več postopkov za delo. Poleg naloga za DPN mora monter imeti dovoljenje za DPN ali trajno dovoljenje, ki se uporablja za pogoste in standardne postopke DPN. Dovoljenje za DPN se izda neposredno vodji del ali pa je dostavljeno s sporočilom, za katerega odgovarja koordinator del.

Monter obvesti vodjo del o začetku izvajanja DPN v skladu z ustnimi navodili, ki jih je prejel s strani vodje del. Koordinator mora vodji del podati vse nujne informacije za identificiranje postroja oziroma inštalacije, na katerih se bo izvajalo delo. Pri

podzemnih kabljev, pri katerih obstaja nevarnost zamenjave, mora biti kabel jasno vidno označen, prisotnost koordinatorja ali osebe, ki je imenovana zraven monterja, je nujno potrebna.

Sprememb vklopnega stanja lahko vplivajo na elektroenergetski sistem in se lahko izvedejo samo ob soglasju koordinatorja. V primeru nezgode na mestu izvajanja mora vodja del takoj obvestiti koordinatorja in službo varnosti in zdravja pri delu. Ob dokončanju del je monter dolžan obvestiti koordinatorja, da se je delo zaključilo z vrnitvijo dovoljenja za DPN.

(SPID – NN)

## 4 PRAKTIČNI DEL

Elektro Maribor si prizadeva za nemoteno in kakovostno oskrbo z električno energijo. V diplomski nalogi smo izvedli ter predstavili lasten primer izvajanja dela pod napetostjo na nizkonapetostnih inštalacijah. V transformatorski postaji TP OREHOVA VAS (T-426), je bila potrebna zamenjava dotrajanega podstavka za varovalke NV 400 na fazi L2. Na tem izvodu se napajajo poslovni uporabniki, ki potrebujejo za delovanje nemoteno oskrbo z električno energijo in je izklop nizkonapetostnega izvoda otežen.

### 4.1 DOKUMENTI ZA VARNO DELO POD NAPETOSTJO NA NIZKI NAPETOSTI

**Dokumenti za varno delo pod napetostjo** so dokumenti, ki določajo organizacijo, pripravo in izvedbo posameznega dela na elektroenergetskih objektih, postrojih, napravah ali opremi. Vsebino dokumentov za varno delo lahko spreminja le oseba, ki je dokumente izdala. Sprememba vsebine dokumentov za varno delo se izvrši samo na zahtevo koordinatorja del.

#### Podpisniki Dokumentov za varno delo

Naročilo za DPN

- Naročnik za DPN (vodja nadzorništva, vodja priprave del, vodja oddelka)
- Naročilo DPN odobril (koordinator DPN)

Priprava za delo pod napetostjo

- Sestavljaavec Priprave (monter, skupinovodja)
- Pripravo pregledal in odobril (koordinator DPN)

Nalog za DPN

- Odgovorna oseba za izdajo (koordinator DPN)

- Prejemnik (vodja delovne skupine)

#### Zahtevek za izdajo dovoljenja DPN

- Odgovorna oseba za izdajo (skupinovodja, vodja nadzorništva, zunanji izvajalec ...)
- Koordinator DPN

#### Dovoljenje za DPN

- Odgovorna oseba za izdajo (koordinator DPN)
- Prejemnik (skupinovodja )

#### Trajno dovoljenje za DPN

- Odgovorna oseba za izdajo (koordinator DPN)
- Prejemnik (skupinovodja )

Pri izvajanju del pod napetostjo ni potrebno spreminjati vklopnih stanj elektroenergetskega sistema. Pred pričetkom del pod napetostjo je potrebno javiti v DCV informacijo o stanju naprave in pričetek del. Prav tako je v DCV potrebno javiti informacijo, kadar se dela pod napetostjo po nalogu DPN ne bodo izvajala.

Dokumenti za DPN si sledijo v zaporednem vrstnem redu:

1. Naročilo za delo pod napetostjo
2. Priprava za DPN na NN
3. Nalog za delo pod napetostjo
4. Zahtevek za izdajo dovoljenja za delo pod napetostjo
5. Dovoljenje za delo pod napetostjo
6. Trajno dovoljenje za delo pod napetostjo
7. Izjava vodje del drugega podjetja
8. Pooblastilo za delo pod napetostjo – izkaznica

<b>Obrazec DPN št.</b>	<b>Izpolni</b>	<b>Preda</b>	<b>Opomba</b>
<b>1 Naročilo za DPN</b>	Vodja nadzorništva Vodja oddelka Vodja del Skupinovodja Koordinator	Vodji del (2. izvod ostane v bloku)	Na osnovi Obvestila o okvari, zahtevi, planu ...
<b>2 Priprava za DPN</b>	Vodja del ali imenovana oseba	Koordinatorju	Priprava DPN je priloga Nalogu za DPN, izdelava se za zahtevne DPN
<b>3 Nalog za DPN</b>	Koordinator	Vodji del	Skupaj s Pripravo za DPN tvori celoto
<b>4 Zahtevek za izdajo dovoljenja za DPN</b>	Vodja nadzorništva Vodja oddelka Vodja del Skupinovodja	Koordinatorju	Kadar se izvede zahteven DPN (DPN zahteva spremembo vklopnega stanja mreže)
<b>5 Dovoljenje za DPN</b>	Koordinator	Vodji del	Za zahteven DPN (DPN zahteva spremembo vklopnega stanja mreže)
<b>6 Trajno dovoljenje za DPN</b>	Koordinator	Vodji del	Za standardne (pogoste) DPN navedene v SPID-NN

(Tabela dokumentov za delo pod napetostjo s podpisniki)

Zahteven DPN, ki zahteva izdelavo priprave dokumentov za delo pod napetostjo, pri katerih pride do spremembe vklopnega stanja, potrebujemo naslednje obrazce:

- Obrazec št. 1 Naročilo za DPN
- Obrazec št. 2 Priprava za DPN
- Obrazec št. 3 Nalog za DPN
- Obrazec št. 4 Zahtevek za izdajo dovoljenja za DPN
- Obrazec št. 5 Dovoljenje za DPN

Izpolnjeni obrazci v prilogi.

## 4.2 PRIPRAVA DELA IN MESTA ZA IZVAJANJE

Na samem mestu izvajanja DPN smo morali preveriti vso potrebno dokumentacijo z dejanskim stanjem na delovišču, analizirati potrebno delo in z njim povezane nevarnosti. Monterjem smo objasnili način in vrste dela ter možna tveganja pri DPN.

Monterji so si pripravili osebna zaščitna sredstva, vso potrebno orodje ter naprave za izvajanje DPN. Delovišče smo ogradili in ustrezno zavarovali.

Uporabljena so bila naslednja zaščitna sredstva:

- zaščitna delovna obleka,
- zaščitni delovni čevlji,
- zaščitna čelada z vizirjem,
- izolacijske rokavice,
- nadrokavice.



*Slika 6: Osebna zaščitna sredstva monterja  
(Vir: Lastni)*





Slika 7: Ograditev delovišča  
(Vir: Lastni)

Za zamenjavo dotrajanega varovalnega podstavka smo potrebovali naslednje orodje:

- komplet izolirnega orodja za DPN,
- premostitveno napravo,
- izolacijski tepih,
- tokovne klešče in preizkuševalec napetosti,
- prekrivala in ščipalke za pritrjevanje,
- prekrivne kapice.



Slika 8: Priprava orodja  
(Vir: Lastni)



*Slika 9: Premostitvena naprava s priključki  
(Vir: Lastni)*

### **4.3 ORGANIZACIJA DEL IN IZVAJANJE**

Delo je bilo organizirano v skladu s pripravljenimi dokumenti za DPN. Koordinator za DPN je pooblaščen oseba, ki ima najširša pooblastila. Njegova naloga je, da koordinira in nadzoruje potek del pod napetostjo. Pred pričetkom izvajanja del je predal dispečerskemu centru vodenja – DCV informacijo o stanju naprave ter o pričetku izvajanja DPN. Koordinator preda dovoljenje za delo v pisni obliki skupinovodji DPN.

Na delovišču smo položili izolacijski tepih, s katerim smo izolirali prevodna tla. Nato smo pričeli z namestitvijo prekrival, s katerimi smo ogradili mesto izvajanja DPN ter ločili vse prevodne dele na različnih potencialih.



*Slika 10: Položitev izolacijskega tepiha ter začetek prekrivanja  
(Vir: Lastni)*



*Slika 11: Nameščena prekrivala  
(Vir: Lastni)*

#### 4.4 POSTOPKI DELA POD NAPETOSTJO

Postopek DPN se prične že z nameščanjem prekrival in pregrinjal. V nadaljevanju smo preverili prisotnost napetosti ter izmerili breme (tok), ki teče skozi fazo L2. Pred nameščanjem premostitvene naprave je bilo potrebno napravo preizkusiti. Preizkusili smo jo z vklopom in izklopom, beleži se število vklopov. Premostitveno napravo smo namestili na dovod faze L2 z vijačnim adapterjem, na odvod pa s tokovnim priključkom s prebijačem. Po priklopu priključnih kablov naprave na adapter in tokovni priključek je sledil vklop premostitvene naprave ter merjenje bremena (toka), ki ga je naprava prevzela. Ko smo se prepričali, da je premostitvena naprava prevzela del bremena, smo izvlekli varovalni element in ponovno izmerili breme (tok).



Slika 12: Merjenje bremena  
(Vir: Lastni)



Slika 13: Namestitev premostitvene naprave  
(Vir: Lastni)



Slika 14: Vklop premostitvene naprave  
(Vir: Lastni)



Slika 15: Merjenje bremena po vklopu  
(Vir: Lastni)

## 4.5 DEMONTAŽA IN PRIKLJUČEVANJE

Po izvlečenju varovalnega elementa je sledila demontaža podstavka varovalnega elementa. Najprej smo odklopili odvodni vodnik iz varovalnega podstavka ter zaščitili prevodni del kablanskega čevlja s prekrivno kapico in nato še odvili vijak, ki pritrjuje dovod podstavka varovalnega elementa na zbiralko faze L2. Ko smo varovalni podstavek odstranili iz zbiralke, je sledila montaža novega varovalnega podstavka po obratnem vrstnem redu.

Najprej smo privili vijak, ki pritrjuje varovalni podstavek z zbiralko. Sledila je odstranitev prekrivne kapice iz kablanskega čevlja ter priklop vodnika na odvod varovalnega podstavka. Pred vstavljanjem varovalnega elementa smo ponovno izmerili breme in nato vstavili varovalni element. Sledilo je merjenje bremena preko varovalnega elementa ter izklop premostitvene naprave. Ponovno smo preverili prevzem bremena skozi varovalni element.

Po zamenjavi varovalnega podstavka smo pričeli s snemanjem prekrival, pospravljanjem tepiha, opreme in orodja. Po končanem postopku je sledilo čiščenje in pospravljanje delovišča ter osebnih zaščitnih sredstev. Vodja delovne skupine je predal koordinatorju del dokument o končanju del, ta pa je nato obvestil dispečerski center vodenja o končanju del postopka DPN.



*Slika 16: Demontaža – montaža odvodnega vodnika  
(Vir: Lastni)*



*Slika 17: Zaščita prevodnega dela kablskega čevlja s prekrivno kapico  
(Vir: Lastni)*



*Slika 18: Montaža podstavka varovalnega elementa  
(Vir: Lastni)*

## 5 ZAKLJUČKI

Električna energija je postala temeljni del načina življenja in pomemben dejavnik, ki omogoča tehnološki razvoj. Brez električne energije si danes težko predstavljamo življenje. Izvajanje DPN na NN je postal edini sprejemljiv razlog za vzdrževanje omrežja s ciljem zmanjšati načrtovane prekinitve in s tem izboljšati kakovost in nemoteno oskrbo z električno energijo. Pri izvajanju postopkov DPN pridobimo na zadovoljstvu odjemalcev in uporabnikov ter večanjem ugleda distribucijskega podjetja. Z obvladovanjem novejših tehnologij prihaja do manj nesreč pri delu, večja je učinkovitost izvajanja vzdrževalnih del ter boljšanje usposobljenosti delavcev.



## 6 LITERATURA IN VIRI

C-G. (2010). Lovrenčič, V., Pirc, M., Javeršek, M. in Lušin, M., Enoletne izkušnje dela pod napetostjo na nizki napetosti v NEK in SEL. Pridobljeno: 10. 8. 2019 z naslova [http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/Radenci\\_Enoletne\\_izku%C5%A1nje\\_DPN\\_NEK\\_SEL\\_2010\\_pregledano.pdf](http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/Radenci_Enoletne_izku%C5%A1nje_DPN_NEK_SEL_2010_pregledano.pdf)

C-G. (2013). Lovrenčič, V. in Lušin, M., Izvajanje dela pod napetostjo na nizki napetosti v slovenski distribuciji. Pridobljeno: 10. 8. 2019 z naslova [http://c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/DPN\\_NN\\_CIGRE\\_CIREC\\_2013\\_%C5%A0K3\\_12.pdf](http://c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/DPN_NN_CIGRE_CIREC_2013_%C5%A0K3_12.pdf)

C-G. (2015-1). Lovrenčič, V. in Lušin, M., Varovanje električarjev pred oblikom v skladu s priporočili SIST EN 50110-1:2013 obratovanje električnih postrojev. Pridobljeno: 10. 8. 2019 z naslova [http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/SK-3-05\\_2244\\_varovanje-elektri%C4%8Darjev-pred-oblikom.pdf](http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/SK-3-05_2244_varovanje-elektri%C4%8Darjev-pred-oblikom.pdf)

C-G. (2015-2). Lovrenčič, V. in Opaškar, G., SIST EN 50110-1:2013 obratovanje električnih inštalacij – 1. del: splošne zahteve. Pridobljeno: 10. 8. 2019 z naslova [http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/zbornik-referat\\_11.pdf](http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/zbornik-referat_11.pdf)

C-G. (2015-3). Lovrenčič, V., Brezavšček, A., Pantoš, M. in Gomišček, B., Uspešni začetki izvajanja dela pod napetostjo in možni učinki pri vzdrževanju distribucijskega omrežja. Pridobljeno: 10. 8. 2019 z naslova [http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/SK-3-04\\_2243\\_Za%C4%8Detki-izvajanja-DPN.pdf](http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/SK-3-04_2243_Za%C4%8Detki-izvajanja-DPN.pdf)

C-G. (2016-1). Lovrenčič, V., Maletič, D., Brezavšček, A., Pantoš, M. in Gomišček, B., Raziskava učinkov dela pod napetostjo na nizki napetosti med slovenskimi vzdrževalci električnih inštalacij in postrojev. Pridobljeno: 10. 8. 2019 z naslova [http://c-g.si/wp-content/uploads/2018/06/FOV\\_Lovren%C4%8Di%C4%87-idr\\_2016\\_Portoro%C5%BE\\_oddano.pdf](http://c-g.si/wp-content/uploads/2018/06/FOV_Lovren%C4%8Di%C4%87-idr_2016_Portoro%C5%BE_oddano.pdf)

C-G. (2016-2). Štern, G. in Lovrenčič, V., Učinki izvajanja dela pod napetostjo (DPN) na SN na kazalnike zanesljivosti napajanja odjemalcev Pridobljeno: 10. 8. 2019 z naslova <http://c-g.si/wp-content/uploads/2018/06/S5-3-%C4%8Dlanek.pdf>

C-G. (2012). Lovrenčič, V. in Oman, V., Nadgradnja sistema managementa kakovosti ISO 9001:2008 z zahtevami za izvajanje dela pod napetostjo. Pridobljeno: 10. 8. 2019 z naslova <http://c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/Nadgradnja-sistema-managementa-kakovosti.pdf>

C-G. (2019-1). Lovrenčič, V. in Lušin, M., Desetletne izkušnje izvajanja dela pod napetostjo v slovenski elektro energetiki. Pridobljeno: 10. 8. 2019 z naslova [http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2019/06/referat\\_3-04.pdf](http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2019/06/referat_3-04.pdf)

C-G. (2019-2). Lovrenčič, A., Štern, G., Vintar, P. in Lovrenčič, V., Primer ocene tveganja varovanja električarjev pred električnim oblokom. Pridobljeno: 10. 8. 2019 z naslova [http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2019/06/referat\\_3-03.pdf](http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2019/06/referat_3-03.pdf)

Elektro Maribor, d. d. Interno gradivo

Gradivo za teoretično usposabljanje za DPN, Elektro Maribor, 6. 4. 2011

ICES. Usposabljanje delavcev za delo pod napetostjo. Pridobljeno: 10. 8. 2019 z naslova <https://www.ices.si/strokovna-usposabljanja/usposabljanje-delavcev-za-delo-pod-napetostjo>

LOVRENČIČ, V: Učinki dela pod napetostjo kot metode vzdrževanja električnih inštalacij, Doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Maribor, 2018

NAŠ STIK (2013)., Izvajanje dela pod napetostjo na nizki napetosti. Pridobljeno: 10. 8. 2019 z naslova <http://www.nas-stik.si/1/Novice/novice/tabid/87/ID/1834/Izvajanje-dela-pod-napetostjo-na-nizki-napetosti.aspx>

Pogoji za izvajanje del pod napetostjo – delovni postopki na nizki napetosti za distribucijo PID - NN, C&G, d. o. o., marec 2011

Splošni pogoji za izvajanje del pod napetostjo na nizki napetosti za distribucijo SPID - NN, C&G, d. o. o., marec 2011

Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti za distribucijo TOOO - NN, C&G, d. o. o., marec 2011

Varovanje okolja in varstvo pri delu, Izobraževalni center energetskega sistema ICES, Ljubljana, 2010

(ZVZD-1) Zakon o varnosti in zdravju pri delu. Pridobljeno 10. 8. 2019 z naslova <https://zakonodaja.com/zakon/zvzd-1>