



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija  
Program: Elektroenergetika  
Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne  
inštalacije

# **VARNO DELO PRI VZDRŽEVANJU V RAZDELILNIH TRANSFORMATORSKIH POSTAJAH**

Mentor: dr. Viktor Lovrenčič, univ. dipl. inž. el.  
Lektorica: Mateja Drevenšek, prof. slov.

Kandidat: Boštjan Pulko

Ljubljana, maj 2020

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju dr. Viktorju Lovrenčiču za nasvete in pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Posebej bi se zahvalil svoji družini, dragi Karmen za pomoč in spodbudo ter hčerki Viti in sinu Luku, ki sta me razveseljevala v času študija.

## IZJAVA

Študent Boštjan Pulko 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 avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne \_\_\_\_\_

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

## **POVZETEK**

Nemotena oskrba z električno energijo je za državo in končne porabnike ključnega pomena, zato morajo infrastruktura, prenos in distribucija ter elektroenergetske naprave delovati brezhibno. Za doseganje tega morajo prenosna in distribucijska podjetja nenehno skrbeti za prenosne in distribucijske poti ter usposabljeni svoj kader. Da delo poteka varno in nemoteno, je pomembno, da vsi ključni deležniki upoštevajo zakonitosti varnosti in zdravja pri delu. Podali smo pravno in zakonsko podlago iz Zakona o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1), Slovenskega standarda SIST EN 50110-1:2013 ter Pravilnika o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka.

V diplomskem delu smo obravnavali varno delo pri vzdrževanju v razdelilnih transformatorskih postajah. Na primeru smo prikazali uporabo petih varnostnih pravil pri opravljanju vzdrževalnih del v breznapetostnem stanju. Ker so zahteve končnih porabnikov električne energije usmerjene v nemoteno oskrbo z električno energijo, smo predstavili še področje dela pod napetostjo. Na primeru smo si po korakih ogledali izvajanje dela pod napetostjo, pozorni smo bili na vidik upoštevanja pravil varnosti in zdravja pri delu.

Na koncu smo nekaj besed namenili poškodbam pri delu, ki se še, navkljub točno dorečenim pravilom varnosti in zdravja pri delu, vedno dogajajo.

## **KLJUČNE BESEDE:**

- razdelilna transformatorska postaja,
- vzdrževanje,
- varnost in zdravje pri delu,
- delo pod napetostjo.

## **ABSTRACT**

A smooth energy supply is of key importance for the state and end users, therefore the infrastructure, transfer and distribution as well as electricity devices have to function properly. To achieve this, transfer and distribution companies have to continually look after transmission and distribution channels and train their staff. For a safe and smooth work process it is important for all key stakeholders to consider the principles of safety and health at work. We submitted the legal basis from the Law on Safety and Health at Work (ZVZD-1), the Slovenian standard SIST EN 50110-1:2013 as well as from the Rules on safety at work with regard to electric current hazards.

The diploma paper deals with safe practices at maintaining distribution transformer stations. With an example we showed the use of five safety rules at maintenance works in non-voltage state. Since the end users of electrical energy expect a smooth energy supply, we also introduced live working. Based on an example we observed live working in steps, focusing on considering the principles of safety and health at work.

Finally, we mentioned occupational injuries, which happen despite the well-established rules of safety and health at work.

## **KEYWORDS:**

- distribution transformer station
- maintenance
- safety and health at work
- live working

## KAZALO

1	UVOD .....	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge .....	1
1.3	Predstavitev okolja .....	1
1.4	Predpostavke in omejitve .....	2
1.5	Metode dela .....	2
2	OPIS RAZDELILNE TRANSFORMATORSKE POSTAJE (RTP) .....	3
2.1	Razdelilne transformatorske postaje .....	3
2.2	Visokonapetostne naprave .....	4
2.2.1	Energetski transformator .....	5
2.2.2	Ločilnik.....	6
2.2.3	Odklopnik.....	7
2.2.4	Tokovni merilni transformatorji .....	8
2.2.5	Napetostni merilni transformator .....	9
2.2.6	Kombinirani merilni transformatorji .....	9
2.2.7	Odvodnik prenapetosti .....	10
3	PODROČJE VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU .....	10
3.1	Splošni ukrepi .....	12
3.2	Delo v elektroenergetskih objektih.....	13
4	VARNOSTNI POSTOPKI PRI OPRAVLJANJU REVIZIJSKIH DEL V RTP V BREZNAPETOSTNEM STANJU.....	15
4.1	Osebna varovalna oprema .....	15
4.2	Dokumenti za varno delo.....	16
4.3	Uporaba 5 varnostnih pravil pri zavarovanju mesta dela .....	18
4.3.1	Izklopiti in vidno ločiti naprave pred napetostjo z vseh strani .....	18
4.3.2	Preprečitev ponovnega vklopa .....	18
4.3.3	Ugotoviti breznapetostno stanje .....	19
4.3.4	Izvršiti ozemljitev in kratkostično povezavo naprav.....	20
4.3.5	Ograditi, označiti mesto dela od delov, ki so pod napetostjo .....	21
5	PREDSTAVITEV IN POSTOPKI DELA POD NAPETOSTJO DO 1 kV.....	25
5.1	Izvajanje dela pod napetostjo (DPN) .....	25
5.2	DPN pri vzdrževanju v RTP.....	28
5.2.1	Izvajanje DPN v RTP ELES .....	30
5.2.2	Praktični primer DPN – zategovanje spojev v razdelilni omari .....	30
6	SVETOVNI TRENDI RAZVOJA DELA POD NAPETOSTJO .....	32
6.1	Zgodovina razvoja DPN .....	32
6.2	Zgodovina razvoja DPN v svetu .....	32
6.3	Zgodovina razvoja DPN v Sloveniji .....	34
6.3.1	Razvoj DPN v Sloveniji v letih 1961 in 1991 .....	34
6.3.2	Razvoj DPN v Sloveniji v letih 1991 in 2020 .....	36
7	POŠKODBE PRI DELU.....	39

8	ZAKLJUČEK .....	41
9	LITERATURA IN VIRI .....	43

## KAZALO SLIK

Slika 1: Transformacija napetostnega nivoja .....	3
Slika 2: Razdelilna transformatorska postaja .....	4
Slika 3: RTP Cirkovce .....	4
Slika 4: Enofazni transformatorji v RTP Cirkovce – 220 kV na 110 kV .....	6
Slika 5: Trifazni transformator v RTP Maribor – 400 kV na 110 kV .....	6
Slika 6: Sistemski ločilnik, 110 kV.....	7
Slika 7: Ločilnik z ozemljitvenimi noži, 110 kV .....	7
Slika 8: Odklopnik, 110 kV.....	8
Slika 9: Tokovni merilni transformator, 110 kV.....	9
Slika 10: Napetostni merilni transformator, 110 kV .....	9
Slika 11: Kombinirani merilni transformator, 400 kV .....	10
Slika 12: Odvodnik prenapetosti, 110 kV .....	10
Slika 13: Razdelitev VN električnega postroja na območja nevarnosti .....	15
Slika 14: Preizkus breznapetostnega stanja .....	19
Slika 15: Ozemljevanje in kratkostičenje.....	21
Slika 16: Ograjevanje in označitev mesta dela od delov, ki so pod napetostjo.....	22
Slika 17: Delo z dvizžno košaro .....	22
Slika 18: Zaščita z zaščitno folijo in zategovanje spojev .....	31
Slika 19: Poškodbe pri delu, Slovenija, 2009–2018 .....	40

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Najmanjša varnostna razdalja med deli pod napetostjo in izolacijsko zaščitno pregrado.....	23
Tabela 2: Najmanjša varnostna razdalja približevanja delom pod napetostjo .....	23
Tabela 3: Najmanjša varnostna razdalja približevanja delom pod napetostjo pri uporabi lestev, večjih predmetov in transportnih sredstev.....	24
Tabela 4: Najmanjše varnostne razdalje približevanja delom pod napetostjo pri izvajanju gradbenih del.....	24

## KRATICE IN AKRONIMI

DPN:	Delo pod napetostjo
HEP-NOC:	HEP Nastavno obrazovni centar (Hrvaški center za usposabljanje)
NN:	Nizka napetost (do 1.000 V)
OVO:	Osebna varovalna oprema
RTP:	Razdelilna transformatorska postaja
SN:	Srednja napetost (do 35 kV)
VN:	Visoka napetost (do 400 kV)



# 1 UVOD

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Varno delo v razdelilnih transformatorskih postajah z ustreznim vzdrževanjem (revizijo) zagotavlja nemoteno dobavo električne energije. Vzdrževanje kot preventivno oziroma korektivno je oblika delovne aktivnosti, kjer je treba upoštevati pravila varnosti in zdravja pri delu. Varno in zdravo delovno okolje zagotavlja in ohranja dobro telesno in psihično stanje zaposlenih, od česar imajo dolgoročne učinke ne samo delavci ampak tudi delodajalci v obliki večje učinkovitosti in kakovosti opravljenega dela. Pravice in dolžnosti delodajalcev in delavcev v zvezi z varnim in zdravim delom ter ukrepi za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu so določeni v Zakonu o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1) ter v drugih predpisih in smernicah, ki se med seboj dopolnjujejo.

V podjetjih ima zagotavljanje varnega in zdravega delovnega okolja velik pomen. Slovenija je ob vstopu v EU v svojo zakonodajo prenesla evropske direktive o varnosti in zdravju pri delu. S tem se je zavezala, da se sprejeti pravni standardi spremenijo v dejansko izboljšanje delovnih razmer. V diplomskem delu smo se osredotočili na varno delo v razdelilnih transformatorskih postajah (krajše RTP) v breznapetostnem stanju. Predstavili smo tudi pomen in razvoj dela pod napetostjo in na praktičnem primeru prikazali potek samega dela pod napetostjo. Ugotavljali smo pomen in koristi varnega dela za podjetje in zaposlene ter kakšne so posledice neupoštevanja pravil zdravja in varstva pri delu.

## 1.2 CILJI NALOGE

Osrednji cilji diplomskega dela so opredelitev področja varstva in zdravja pri delu, na praktičnem primeru prikazati uporabo varnostnih pravil pri opravljanju revizijskih del v razdelilno transformatorskih postajah in opisati, na kakšen način se upoštevajo pravila zdravja in varstva pri delu v breznapetostnem in napetostnem stanju.

Predvidena rezultata naloge, ki bosta temeljila na opravljeni reviziji v stikališču, sta predstaviti pomen varstva in zdravja pri delu ter predstaviti posledice neupoštevanja pravil zdravja in varstva pri delu za ljudi in naprave.

## 1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Diplomsko delo se nanaša na vzdrževanje razdelilnih transformatorskih postaj v družbi ELES, d. o. o.

ELES, d. o. o., je sistemski operater prenosnega elektroenergetskega omrežja Republike Slovenije, ki skrbi za varen, zanesljiv in neprekinjen prenos električne energije po Sloveniji in prek meja. Družba strateško, odgovorno in trajnostno načrtuje, gradi in vzdržuje slovensko visokonapetostno prenosno omrežje na treh napetostnih nivojih: 400 kV, 220 kV in del 110 kV.

ELES, d. o. o., povezuje vse glavne udeležence v slovenskem elektroenergetskem prenosnem omrežju, in sicer:

- elektrarne, ki v prenosno omrežje oddajajo električno energijo;
- pet distribucijskih podjetij;
- pet večjih porabnikov, t. i. neposrednih odjemalcev, ki električno energijo prevzemajo iz omrežja, ter štiri večje porabnike (železarne in Talum), s statusom zaprtega distribucijskega sistema.

Ustanovitelj in edini lastnik družbe je država (ELES d. o. o., 2020).

## 1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Predpostavljamo, da upoštevanje postopkov varstva in zdravja pri delu vpliva na naprave in zaposlene. Vzdrževanje razdelilnih transformatorskih postaj ob upoštevanju pravil varstva in zdravja pri delu predstavlja varno delovno okolje za delavce.

Neupoštevanje pravil varstva in zdravja pri delu ter različno razumevanje navodil negativno vplivajo na naprave in zaposlene. Ta vpliv se kaže v povečani odsotnosti z dela, v zmanjšani storilnosti, v povečanem številu nezgod na delovnem mestu, v povečanih stroških zdravstvenega varstva itd.

Predpostavljamo, da bomo skozi literaturo in izkušnje na lastnem delovnem mestu vzdrževalca razdelilne transformatorske postaje pridobili primerne informacije.

V diplomskem delu smo se omejili na varno delo pri reviziji v razdelilnih transformatorskih postajah.

## 1.5 METODE DELA

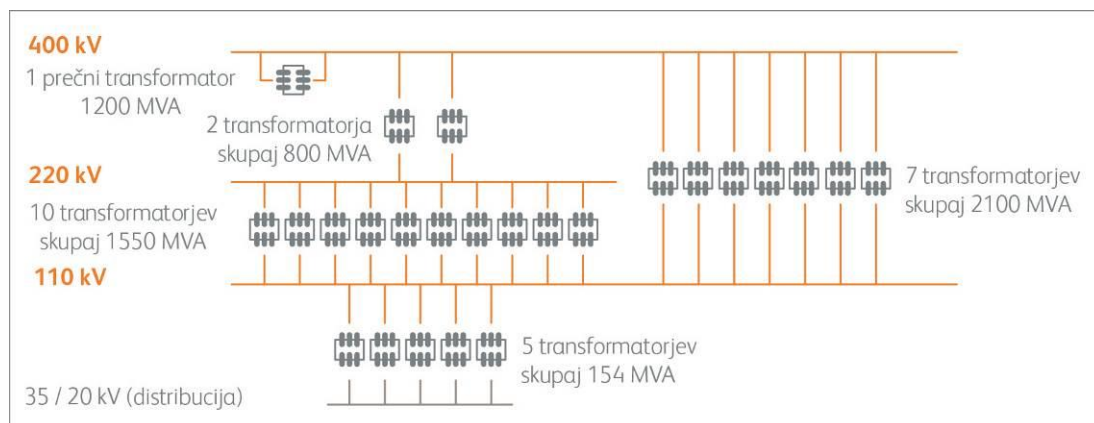
Pri izdelavi diplomskega dela je bila uporabljena metoda združevanja. Upoštevali smo dognanja v literaturi, opise posamezne opreme, izkušnje pri opravljanju tovrstnega dela ter obstoječo dokumentacijo o varnem delu pri vzdrževanju razdelilnih transformatorskih postaj. V zaključku smo z metodo sinteze združili glavne ugotovitve raziskovalnega dela v povezavi s teoretičnimi izhodišči.

## 2 OPIS RAZDELILNE TRANSFORMATORSKE POSTAJE (RTP)

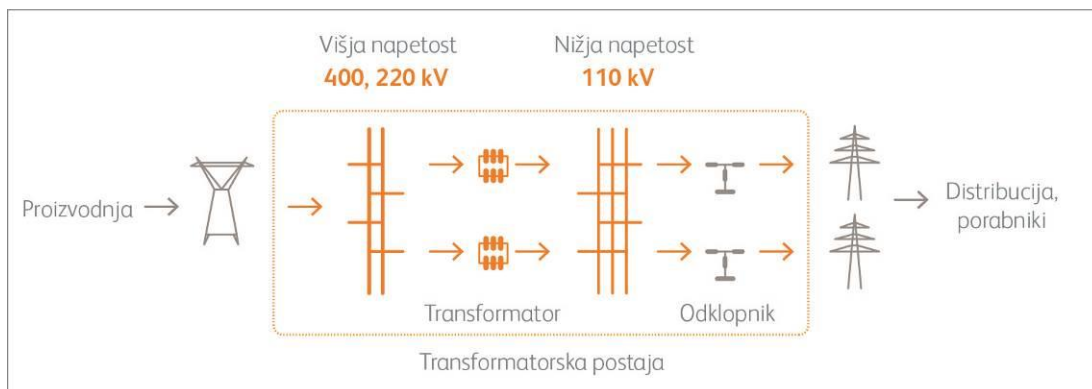
### 2.1 RAZDELILNE TRANSFORMATORSKE POSTAJE

Razdelilne transformatorske postaje (RTP) služijo za prilagajanje napetostnega nivoja posameznim omrežjem ter za zbiranje in razdeljevanje električne energije. Iz razdelilnih transformatorskih postaj potekajo daljnovodne povezave od proizvajalcev električne energije do mesta prevzema električne energije na prenosnem omrežju. Družba ELES, d. o. o., vzdržuje in upravlja 35 razdelilnih transformatorskih postaj s 25 energetskimi in 1 prečnim transformatorjem s skupno močjo 5.804,5 MVA in so razporejene po vsej Sloveniji. Največje med njimi so v Beričevem, Podlogu, Mariboru, Divači, Okroglem in Krškem. Razdelilne transformatorske postaje so grajene na prostem, zato mora biti oprema grajena za vse vremenske vplive. Nekatere manjše RTP pa so zgrajene v izvedbi GIS (oklopljena izvedba z izolacijo plina SF<sub>6</sub>). Prostori so ograjeni, vstop pa je dovoljen samo pooblaščenim osebam.

Razdelilne transformatorske postaje sestavljajo visokonapetostna stikališča različnih napetostnih nivojev (110 kV, 220 kV, 400 kV), transformatorji (enofazni, trifazni), komandni prostor in pomožni prostori (lastna raba, baterijski prostor, dizel agregat ...). Stikališča so daljinsko krmiljena, omogočeno pa je tudi neposredno upravljanje s stikalnimi napravami iz komandnih omaric ali relejnih hišic. Velikost stikališča je odvisna od napetostnega nivoja, števila transformatorjev, sistemov zbiralk in števila daljnovodov (dovodov in odvodov) (ELES d. o. o., 2020).



Slika 1: Transformacija napetostnega nivoja  
(Vir: ELES, d. o. o., 2020)



Slika 2: Razdelilna transformatorska postaja  
(Vir: ELES, d. o. o., 2020)



Slika 3: RTP Cirkovce  
(Lastni vir)

## 2.2 VISOKONAPETOSTNE NAPRAVE

Stikališče je razdeljeno na naslednja polja:

- daljnovodna polja,
- transformatorska polja,
- spojno polje,
- merilno polje.

Polje je sestavljeno iz naslednjih elektroenergetskih naprav:

- energetski transformator,
- zbiralke,
- instrumentni transformator,
- odklopnik,
- ločilnik,
- ločilnik z ozemljitvenimi noži,
- odvodnik prenapetosti.

V naslednjih podpoglavjih so opisane naprave, ki se uporabljajo v razdelilnih transformatorskih postajah.

### 2.2.1 Energetski transformator

Energetski transformator pretvarja električno energijo iz enega napetostnega nivoja v drugi napetostni nivo. Transformator dela na principu statične elektromagnetne indukcije. Transformator je zgrajen v enofazni ali trifazni izvedbi. Sestavljen je iz:

- železnega jedra (zgrajeno je iz posebne lamelirane transformatorske pločevine, ki je med seboj izolirana s tankimi plastmi izolacije in tvori stebre, ki nosijo navitja, jarmi pa povezujejo stebre),
- navitja (sestavljajo tuljave iz bakrenih vodnikov, ki so oviti z izolacijskim trakom in so med seboj izolirani z izolacijskim papirjem),
- transformatorskega olja (izolacijsko in hladilno sredstvo),
- kotla,
- konservatorja,
- priključne sponke s skožniki,
- hladilnih reber in ostale naprave za hlajenje (ventilatorji),
- črpalk,
- zaščite (Buchholzov rele, diferenčna zaščita),
- silikagela,
- napisne plošče (Razpet, 2001).

Glede na smer pretoka energije ločimo primarno in sekundarno navitje, ki sta dimenzionirana na nazivno moč, ter terciarno navitje, ki je dimenzionirano na tretjino moči transformatorja. Vhodna moč transformatorja je enaka izhodni moči, spreminjata se samo napetost in tok, frekvenca pa ostaja ista. Ker je v razdelilnih transformatorskih postajah v obratovanju več transformatorjev, morajo ti delovati paralelno. Za zagotavljanje paralelnega delovanja morajo imeti transformatorji enaka prestavna razmerja, nazivne napetosti, vezalno skupino, približno enaka pa mora biti napetost kratkega stika in nazivne moči. Transformator ščitimo pred preobremenitvami (pregrevanjem), kratkimi stiki (ovojni stik ali stik med navitji posameznih faz) in zemeljskimi stiki (Razpet, 2001).



Slika 4: Enofazni transformatorji v RTP Cirkovce – 220 kV na 110 kV  
(Lastni vir)



Slika 5: Trifazni transformator v RTP Maribor – 400 kV na 110 kV  
(Lastni vir)

### 2.2.2 Ločilnik

Ločilnik je mehanski stikalni aparat, ki vidno loči oz. prekine tokokrog, saj v odprtem položaju zagotavlja ločilno razdaljo v skladu s predpisanimi zahtevami. Ločilniki nad 110 kV nimajo gasilne in obločne komore, zato ne morejo vklapljati in izklapljati moči (bremen), saj bi kontakti zgoreli. Nekateri ločilniki imajo dodatno nameščene ozemljitvene nože, ki služijo za ozemljitev sistema zbiralk in daljnovodov, kadar je izhodni ločilnik izklopljen (Razpet, 2001).

Ločilniki imajo elektromotorni pogon. Opremljeni so s signalnimi stikali, ki so namenjeni za signalizacijo položaja. Za vsak napetostni nivo je potreben drugačen



ločilnik, ki je predpisan glede na nazivno napetost in varnostno razdaljo (Razpet, 2001).

Ločilnik ima pomembno vlogo pri vzdrževanju elektroenergetskih naprav, saj omogoča vidno vzpostavitev zaščite pred visoko napetostjo v času opravljanja vzdrževalnih del.



Slika 6: Sistemski ločilnik, 110 kV  
(Lastni vir)



Slika 7: Ločilnik z ozemljitvenimi noži,  
110 kV  
(Lastni vir)

### 2.2.3 Odklopnik

Odklopnik je vrsta stikala, ki samodejno zazna preobremenitev ali kratki stik v električnem tokokrogu in prekine tokokrog. Odklopnik opravlja enako funkcijo kot talilne varovalke, s to razliko, da ga lahko uporabimo za ponovi avtomatski vklop (Razpet, 2001).

Namen odklopnikov je vklapljanje in izklapljanje tokokrogov v normalnih in zahtevnejših obratovalnih pogojih:

- v rednem obratovanju pri nazivnih vrednostih,
- pri izklapljanju kratkih stikov,
- izklapljanju ob okvarah (avtomatsko),
- pri vklapljanju na kratek stik pri ponovnih hitrih vklopih (avtomatski ponovni vklop) ali pri napačnih stikalnih manipulacijah.

Glede na način gašenja električnega oblaka, ki je določen z izvedbo in konstrukcijo odklopnika, ločimo:

- plinski ( $\text{SF}_6$ ),
- malooljni (gasilni medij je olje),
- oljni (gasilni medij je olje),
- ekspanzijski in

- kompresijski (Razpet, 2001).

V novejšem času se v visokonapetostnih stikališčih večinoma uporabljajo plinski odklopniki, ki nadomeščajo stare oljne odklopnike.



*Slika 8: Odklopnik, 110 kV  
(Lastni vir)*

#### **2.2.4 Tokovni merilni transformatorji**

Tokovni merilni transformatorji pretvarjajo visoke vrednosti tokov v takšne vrednosti, da jih lahko vodimo na merilne instrumente in zaščitne naprave, saj lahko ločijo visokonapetostni nivo od nizkonapetostnega. Pri tem nastaja pogrešek, ki se izraža v procentu nazivnega toka, kar predstavlja razred točnosti merilnega transformatorja za meritve. Razredi točnosti imajo standardne vrednosti, ki znašajo 0,1, 0,2 in 0,5. Slednjega uporabljamo za obratovalne meritve. Vežemo jih zaporedno v močnostne tokokroge (Razpet, 2001).



Tokovni merilni transformatorji so sestavljeni iz primarnega in sekundarnega navitja ter železnega jedra. Delimo jih na suhe in oljne. Glede na izvedbo jih delimo še na lončaste (jedro z navitji se nahaja v loncu z oljem), paličaste (so izdelani v obliki prevodnih izolatorjev, primarno navitje je v obliki palice brez ovojev) in podpornega tipa (navitje je zalito v epoksidni smoli) (Razpet, 2001).

Tokovni merilni transformatorji so lahko enojedrni ali večjedrni, pri katerih je eno jedro namenjeno zaščiti, druga pa meritvam. Lahko so različnih razredov točnosti (0,1–0,5) in raznih primarnih napetosti s sekundarnim tokom 5 A ali 1 A (Razpet, 2001).

### 2.2.5 Napetostni merilni transformator

Napetostni merilni transformatorji prestavljajo ali transformirajo visoke napetosti v vrednosti, ki jih lahko vodimo na merilne instrumente in zaščitne releje. Imeti morajo čim manjši pogrešek kota. Napetostni merilni transformatorji so lahko suhi ali izolirani z oljem. Med seboj se razlikujejo po razredih točnosti in različnih močeh. V močnostne tokokroge jih vežemo vzporedno (Razpet, 2001).



Slika 9: Tokovni merilni transformator,  
110 kV  
(Lastni vir)



Slika 10: Napetostni merilni transformator,  
110 kV  
(Lastni vir)

### 2.2.6 Kombinirani merilni transformatorji

Kombinirani merilni transformator ima tokovni in napetostni del v enem ohišju. Uporabljajo se tam, kjer zaradi prostora ni možno namestiti tokovnega in napetostnega merilnega transformatorja.

### 2.2.7 Odvodnik prenapetosti

Odvodnik prenapetosti se uporablja za odvajanje prenapetosti v zemljo, kadar se ta pojavi zaradi atmosferskih vplivov in obratovalnih motenj, ki jim sledijo prehodni pojavi. Atmosferske prenapetosti so posledica atmosferskih razelektritev v obliki posrednega in neposrednega udara strele. Obratovalne prenapetosti pa so posledice obratovalnih motenj, to so zemeljski stiki v omrežju, napačne obratovalne manipulacije, prekompenczacije in prehodni pojavi. Da preprečimo okvare, ki bi nastale zaradi prenapetosti, uporabimo zaščitne ukrepe, s katerimi po najkrajši možni poti peljemo prenapetosti do ozemljenih delov v zemljo (Razpet, 2001).



*Slika 11: Kombinirani merilni transformator, 400 kV  
(Lastni vir)*



*Slika 12: Odvodnik prenapetosti, 110 kV  
(Lastni vir)*

## 3 PODROČJE VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU

Področje varnosti in zdravja pri delu ima v Sloveniji dolgoletno tradicijo. Začetki varnosti in zdravja pri delu segajo že v obdobje Avstro-Ogrske, ko se je po letu 1883 z varnostjo pri delu ukvarjala izključno inšpekcija dela. Novo zakonodajo je prinesla nova država Jugoslavija, ki je leta 1921 uvedla inšpekcijo dela na njenem celotnem ozemlju, leto kasneje pa sta bila sprejeta še Zakon o varstvu delavcev in Zakon o varovanju delavcev. Kot izvršni organ zavarovanja delavcev je deloval »Osrednji

urad za zavarovanje delavcev« v Zagrebu z okrožnimi uradi. Slednji so bili pooblaščenici za določanje višjega prispevka za zavarovanje, če delodajalec ni spoštoval njegovih odločb o varstvu pri delu. Osrednji urad je izdajal tudi strokovno revijo »Radniška zaščita«, v uradu je delovala skupina štirih inženirjev v odseku za preprečevanje nesreč ter delovna skupnost zdravnikov okrožnih uradov za higieno dela. Prizadevanja za varnost pri delu so v tem obdobju ovirali konservativnost in nerazgledanost delodajalcev, premajhno zavedanje delavcev o pomembnosti varnosti in zdravja pri delu, neaktivnost sindikatov in delavskih zbornic ter omalovaževanje in nerazumevanje upravnih organov za reševanje varnosti pri delu (ZSSS, 2017).

Po drugi svetovni vojni se je z novo oblastjo prenovila celotna zakonodaja. Leta 1946 so ustanovili inšpekcijo dela, ki je sprejela 19 pravilnikov. Ustanovili so posebni preventivni sklad za preprečevanje nesreč pri delu, ki pa je bil kmalu odpravljen. Po obnovi v drugi svetovni vojni opustošenega gospodarstva so nekatera večja slovenska podjetja samoiniciativno zaposlila poklicne »varnostne tehnike« oziroma poklicne »referente za varnost pri delu«. Statistika iz tistih časov kaže, da so bile smrtne nezgode pri delu glede na današnje stanje nepojmljivo pogoste. Ljudje so brez kakršnih koli izkušenj in poznanih tveganj prihajali iz kmetijstva na delo v industrijo. Miselnost, da je obveznost delodajalca tudi skrb za varnost delavcev, je šele nastajala. Vladimir Javor je leta 1964 v reviji Delo in varnost zapisal, da so »varnostne tehnike« pošiljali v ravensko železarno gledat »k čarodeju varnostne umetnosti Avgustu Kuharju, kako se izdeluje varnost«. Avgust Kuhar je bil eden prvih, ki je v Sloveniji in Jugoslaviji pisal prve priročnike o varnosti pri delu (ZSSS, 2017; Böhm, 2015).

S sprejetjem zveznega jugoslovanskega Temeljnega zakona o varstvu pri delu (4. april 1965) in slovenskega republiškega Zakona o varstvu pri delu (leta 1966) se je samoiniciativna skrb za zagotavljanje varstva pri delu v celoti prenesla na vse delovne organizacije (Böhm, 2015).

V 60. in 70. letih prejšnjega stoletja so zavzeti strokovnjaki na področju varnosti pri delu na podlagi systemskega zakona uvedli inženirje in obratne ambulante v vsako podjetje, s timskim pristopom stroke pa so pripravili veliko število pravilnikov o varnem delu, uvedli kriterije za beneficirano delovno dobo na najtežjih delih, ugotavljali poklicne bolezni itd. (ZSSS, 2017).

Varnostni tehniki, ki so jih večja podjetja sprva prostovoljno zaposlila, so se pred več kot 60 leti organizirali v »Društvo varnostnih inženirjev in tehnikov« v Ljubljani. Pozneje so bile ustanovljene podružnice društva še v Mariboru, Celju, Kranju, Novem mestu in Novi Gorici, ki so se pozneje združile v Zvezo društev varnostnih inženirjev in tehnikov. Slovenska društva varnostnih inženirjev so med drugim dala tudi pobudo za ustanovitev zavoda in inštituta za varstvo pri delu v Ljubljani (danes

Zavod za varstvo pri delu (ZVD) in Mariboru (danes Inštitut za varstvo pri delu in varstvo okolja Maribor IVD) ter za višješolski študij. Leta 1960 je bila ustanovljena prva strokovna višja šola za varstvo pri delu pri Zavodu za izobraževanje kadrov in proučevanje organizacije dela v Kranju. Iz tega programa je leta 1963 nastala dvoletna Višja tehniška varnostna šola v sestavi Višje šole za organizacijo dela v Kranju. Leta 1966 je Zveza varnostnih inženirjev in tehnikov ustanovila samostojno Višjo tehniško varnostno šolo, prvo samostojno višjo šolo za varstvo pri delu v Evropi, ki je kljub pogostemu nasprotovanju in težnjam po ukinitvi pomembno vplivala na slovensko dožemanje varstva pri delu in varnostno kulturo. Na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani danes poteka prvostopenjski univerzitetni študijski program Tehniška varnost za pridobitev strokovnega naslova diplomirani inženir tehniške varnosti (UN) (ZSSS, 2017; Pešak Mikec, 2018).

S sprejetjem republiške ustave je leta 1974 varstvo pri delu postalo ustavna kategorija, saj je bilo v 203. in 204. členu ustave zapisano, da ima vsak delovni človek pravico do pogojev za delo, ki mu zagotavljajo telesno in moralno integriteto in varnost, ter da ima delavec pravico do zdravstvenega in drugega varstva ter do osebne varnosti pri delu (Ustava socialistične Republike Slovenije, Uradni list SRS, št. 6, 1974). To je privedlo do sprejetja novega zakona o varstvu pri delu, ki je področje varnega dela celovito uredil na območju tedanje republike. Nova zakonodaja je opredelila pojme varstva pri delu, varnega delovnega okolja, predmet varstva pri delu, krog oseb, ki so varstvo uživale, nosilce obveznosti. Novi zakon je vseboval tudi varstvene ukrepe in normative, pravice in obveznosti delavcev in delodajalcev, nadzorstvo nad izvajanjem zakona, predpisal je evidence in poročila ter določal kazenske sankcije za kršitelje. Zakon je bil kasneje še nekajkrat noveliran in je kljub spremembi političnega sistema in lastninjenja podjetij po letu 1991 ostal v veljavi vse do leta 1999, ko je Slovenija sprejela nov Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD). Leta 2011 je ZVZD nadomestil ZVZD-1, ki je razširil varstvo in zdravje pri delu tudi na psihosocialna tveganja ter uvedel še druge novosti, ki so v skladu s sodobnim dožemanjem varstva in zdravja pri delu (Pešak Mikec, 2018).

### **3.1 SPLOŠNI UKREPI**

Delo v elektroenergetskih objektih in postrojih predstavlja povečano stopnjo nevarnosti in tveganja za zdravje in življenje zaposlenih in za druge osebe zaradi nevarnosti električnega toka. Pri delu v/na elektroenergetskih objektih in postrojih, na električnih napravah, opremi in instalacijah ter pri njihovi uporabi imamo zato sprejeta varnostna pravila, ki določajo preventivne ukrepe varnosti in zdravja pri delu pred nevarnostjo električnega udara. Varnostna pravila veljajo v vseh delovnih prostorih in na mestih dela, ne glede na klasifikacijo delovnega mesta in delovnega prostora. Z upoštevanjem varnostnih pravil se stopnja nevarnosti oziroma tveganja

zaradi nevarnosti električnega udara zmanjša na sprejemljivo raven (ELES d. o. o., 2019).

V smislu zagotavljanja splošne varnosti, varovanja zdravja in življenja zaposlenih ter varovanja materialnih dobrin je treba upoštevati tehnične predpise in standarde pri vseh delih na elektroenergetskih napravah in postrojih, ne glede na napetostni nivo in lokacijo naprav (ELES d. o. o., 2019).

Elektroenergetski objekti in postroji, električne naprave, oprema in instalacije, sredstva za delo ter sredstva in oprema za osebno varnost pri delu morajo ustrezati veljavnim tehničnim normativom in standardom.

### **3.2 DELO V ELEKTROENERGETSKIH OBJEKTIH**

Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (Uradni list RS, št. 29/92, 56/99 – ZVZD in 43/11 – ZVZD-1) določa ukrepe varstva pri delu pred nevarnostjo električnega toka pri uporabi sredstev za delo. Ukrepi varstva pri delu pred nevarnostjo električnega toka se uporabljajo pri delih na elektroenergetskih objektih in elektroenergetskih postrojih, električnih napravah, električni opremi in električnih instalacijah ter pri njihovi uporabi. Ukrepe varstva pri delu, ki so predpisani z navedenim pravilnikom, uporabljajo organizacije in delodajalci vseh panog, ki proizvajajo, prenašajo, razdeljujejo ter uporabljajo električno energijo in ki projektirajo, izdelujejo ter uporabljajo sredstva za delo.

Delodajalci morajo zagotoviti, da se elektroenergetski objekti uporabljajo v skladu s tehničnimi predpisi in standardi ter s predpisi varstva pri delu na način, da se preprečijo poškodbe pri delu. Vstop v električna obratovališča je delavcem brez posebnih pooblastil prepovedan. Na elektroenergetskih objektih smejo samostojno delati samo ustrezno usposobljeni in posebej pooblašeni delavci.

Pravilnik navaja tri kategorije del na elektroenergetskih objektih in elektroenergetskih postrojih:

- a) dela v breznapetostnem stanju,
- b) dela v bližini naprav, ki so pod napetostjo in
- c) dela pod napetostjo.

V Pravilniku so za zagotavljanje varnega dostopa na elektroenergetske objekte in postroje glede na stopnjo nevarnosti električnega toka določena tri nevarnostna območja.

Prvo nevarnostno območje je območje prostega gibanja, v katerem niso potrebna posebna opozorila delavcev in niso izvedeni posebni varstveni ukrepi, obiskovalcem pa je dovoljeno gibanje s spremstvom odgovornega delavca. V to nevarnostno

območje spadajo prostori, kjer delavec ne more povzročiti izpada ali izklopa naprave, tudi če pride z orodjem ali dolgimi predmeti v bližino delov pod napetostjo. Sem spadajo prostori, kot so delavnice, skladišča, garaže, sanitarni prostori, administrativni prostori ipd.

Drugo nevarnostno območje je območje posluževanja in kontrole. Gibanje in delo v tem območju zahteva določeno strokovno usposobljenost in poznavanje nevarnosti. Za ostale delavce je treba glede na njihovo usposobljenost iz varstva pri delu in glede na stopnjo nevarnosti določiti, ali je potrebno spremstvo oziroma treba uporabiti dodatne varstvene ukrepe. S temi ukrepi se preprečujejo nezaželeni dogodki, kot so:

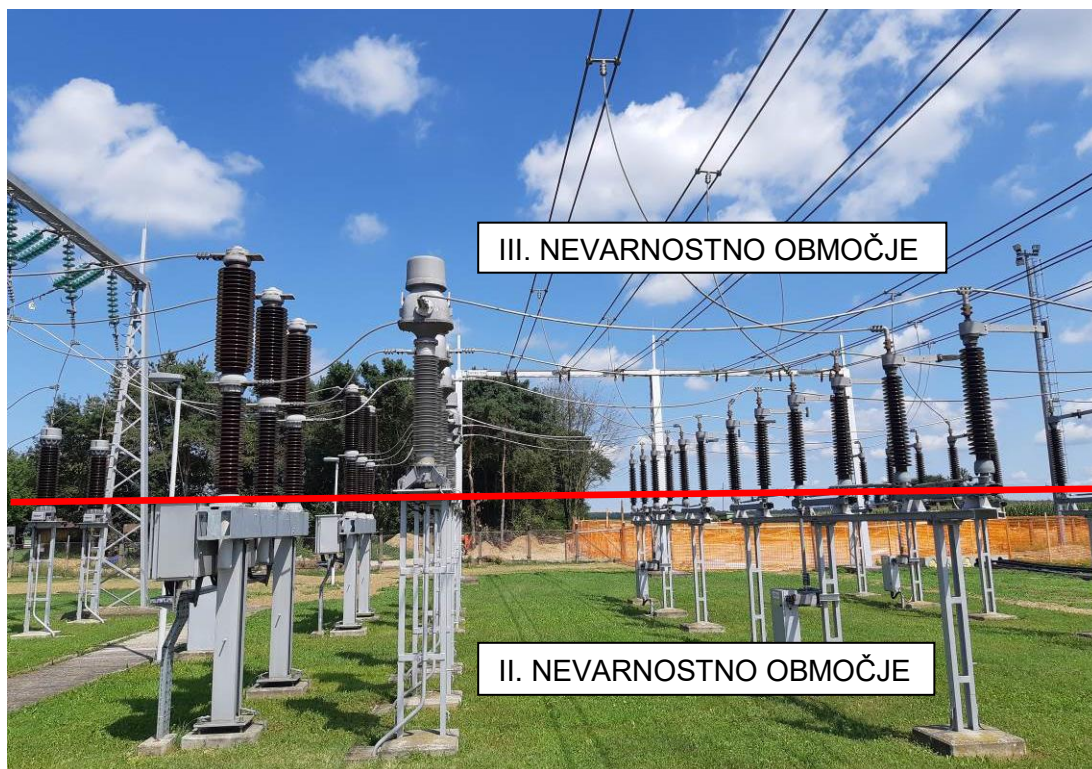
- nehoten dotik delov postrojev pod napetostjo,
- nehoten izklop ali vklop postroja zaradi dotikanja elementov za proženje postroja,
- nedopustno približevanje delom postroja pod napetostjo nad 1 kV z dolgimi predmeti in orodjem (Lovrenčič in dr., 2019).

Tretje nevarnostno območje je območje okoli delov pod napetostjo na razdalji, ki je manjša od varnostne razdalje. Vstop v to območje je dovoljen samo v breznapetostnem stanju. Gibanje in delo v tretjem nevarnostnem območju je posebej urejeno z dokumenti za varno delo. Vstop je dovoljen samo delavcem, ki opravljajo dela, kot so:

- zavarovanje mesta dela,
- izvajajo dela po zavarovanju mesta dela,
- izvajajo notranji in zunanji nadzor.

Slika 13 prikazuje razdelitev visokonapetostnega (krajše VN) električnega postroja na območja nevarnosti.





Slika 13: Razdelitev VN električnega postroja na območja nevarnosti  
(Lastni vir)

## 4 VARNOSTNI POSTOPKI PRI OPRAVLJANJU REVIZIJSKIH DEL V RTP V BREZNAPETOSTNEM STANJU

Delo pri revizijski delih mora biti organizirano tako, da se zagotovijo pogoji za varno delo delavcev. Dela, ki se opravljajo na elektroenergetskih objektih in postrojih, električnih napravah in opremi visoke napetosti nad 1 kV ali v njihovi bližini, je dovoljeno izvajati v breznapetostnem stanju in je posebej urejeno z dokumenti za varno delo.

### 4.1 OSEBNA VAROVALNA OPREMA

Varno in zdravo delovno okolje zagotavlja in ohranja dobro telesno in psihično stanje zaposlenih. Zato je osebna varovalna oprema ključnega pomena za zagotavljanje varnosti delavca pred nevarnostmi, ki se pojavljajo na delovnem mestu. Varovalna oprema se uporablja pri delih, kjer se ni mogoče izogniti ali omejiti tveganj za varnost in zdravje delavca. Osebna varovalna oprema se določi gleda na resnosti tveganja na delovnem mestu, pogostost izpostavljanja tveganjem in

posebnih lastnosti delovnega mesta. Varovalna oprema mora biti izdelana in oblikovana skladno s predpisi, ne sme povzročati večjih tveganj za varnost delavca. Uporabljati jo je treba namensko in na vseh tistih mestih, kjer je z znaki obveznosti to označeno.

Osebna varovalna oprema delavca v RTP:

- delovna obleka,
- delovni čevlji,
- varovalna čelada,
- varovalna očala,
- varovala za ušesa,
- varnostni pas,
- varovalne vrvi.

Varovalna oprema pred udarom električnega toka:

- indikator napetosti,
- izolacijske palice,
- prenosne naprave za ozemljitev in kratkostično povezavo,
- izolirane lestve, preproge, platforme, prevleke in pregrade,
- izolirana pokrivala in podstavki.

## 4.2 DOKUMENTI ZA VARNO DELO

Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka v 56. členu določa, da se dela na elektroenergetskih objektih in elektroenergetskih postrojih nad 1 kV ter električnih napravah in opremi, napajani z napetostjo nad 1 kV, izvajajo samo na podlagi določenih dokumentov za varno delo, in sicer: delovnega programa, delovnega naloga, dovoljenja za delo, obvestila o prenehanju dela in fonograma (depeše).

Dokumenti za varno delo so pisni akti, ki določajo pripravo ali izvedbo del. Vsak dokument za varno delo mora vsebovati vse zahtevane podatke. Izpolnjen mora biti tako, da je skupini in posamezniku, ki ga prejme, razumljiv. Prav tako morajo biti iz dokumentov razvidne odgovornosti v zvezi z delom.

Dokumenti za varno delo se lahko predajajo:

- osebno,
- ustno preko govornih telekomunikacijskih zvez z vpisovanjem predpisane vsebine v določen obrazec in preverjanjem besedila,
- v elektronski obliki z ustrežno programsko opremo, ki zagotavlja verodostojnost.



Vsebino dokumentov za varno delo sme spremeniti samo oseba, ki jih je izdala. Pri zahtevah za spremembo ukrepov za zavarovanje mesta dela in spremembah vodij del – vodij delovnih skupin je treba izdati nove dokumente za varno delo. V primeru izrednih dogodkov, kadar bi postopek izdaje delovnega programa in delovnega naloga predstavljal oviro za sicer nujen takojšen pričetek odprave posledic izrednega dogodka, je izjemoma dovoljeno opustiti izdajo delovnega programa in delovnega naloga. Obvezno pa se mora izdati dovoljenje za delo in obvestilo o prenehanju dela.

### **Delovni program**

Delovni program je dokument, ki se izdaja za vse vrste del na elektroenergetskih objektih in postrojih, električnih napravah in opremi. Z njim se ureja celotna organizacija dela, pri kateri v istem časovnem terminu sodeluje več delovnih skupin. S programom se zavaruje delo skupin in določi koordinatorski del, ki je odgovorni vodja vseh programskih del. Ker delovni program ne predstavlja samostojnega dokumenta za varno organizacijo dela, mu obvezno sledi delovni nalog.

### **Delovni nalog**

Delovni nalog je dokument, ki podrobno določa organizacijo varnega dela posamezne delovne skupine in se izda vodji del – vodji delovne skupine. Delovni nalog se izdaja za vsa dela na elektroenergetskih objektih, postrojih in električnih napravah, opremi in instalacijah visoke in nizke napetosti. Delovni nalog izda pooblaščen oseba in mora biti podan tako, da je izvajalcu naloge razumljivo, kje in kaj mora opraviti in katera opravila vsebuje.

### **Dovoljenje za delo**

Dovoljenje za delo je dokument, ki se izda za vsa dela v breznapetostnem stanju in za dela v bližini delov pod napetostjo, kadar se izvedejo kateri koli od petih varnostnih ukrepov. Dovoljenje za delo izda pooblaščen oseba vodji del – vodji delovne skupine pred pričetkom dela potem, ko so izvedene stikalne manipulacije in zavarovalni ukrepi na mestih ločitve od napetosti.

### **Obvestilo o prenehanju dela**

Obvestilo o prenehanju dela je dokument, ki ga izda vodja del – vodja delovne skupine pooblaščenim osebam za izdajo dovoljenja za delo po končanem delu ali prekinitvi dela.

### **Fonogram (depeša)**

Fonogram (depeša) je dokument, ki služi za dajanje pisnih zahtevkov, potrditev in sporočil v zvezi z organizacijo varnega dela med zato pooblaščenimi osebami preko govornih telekomunikacijskih zvez z obojestranskim preverjanjem besedila, vpisanega v fonogramski blok (depešno knjigo). S fonogramom (depešo) pooblaščen osebe zahtevajo ali potrdijo izvedbo stikalnih manipulacij in

zavarovalnih ukrepov, predvidenih z dokumenti za varno delo, sporočijo konec z dokumenti za varno delo določenih del ter stanje postroja, naprave oz. opreme.

### **4.3 UPORABA 5 VARNOSTNIH PRAVIL PRI ZAVAROVANJU MESTA DELA**

Pred začetkom dela se mora mesto dela zavarovati z uporabo 5 varnostnih pravil. Pravila je treba izvajati po točno določenem vrstnem redu:

1. izklopiti in vidno ločiti naprave pred napetostjo z vseh strani;
2. preprečiti ponovno vklopitev;
3. ugotoviti breznapetostno stanje;
4. izvršiti ozemljitev in kratkostično povezavo naprav;
5. ograditi, označiti mesto dela od delov, ki so pod napetostjo.

#### **4.3.1 Izklopiti in vidno ločiti naprave pred napetostjo z vseh strani**

Naprave, na katerih se bodo izvajala dela, je treba izklopiti in vidno ločiti od napetosti z vseh strani, od koder bi napetost lahko prišla. Za izvedbo tega postopka uporabljamo naprave, ki so sposobne izklapljati tokokroge v normalnih in zahtevnejših obratovalnih pogojih. Izklop – vidna ločitev se izvede z močnostnim stikalom (odklopnik), z odklopnim ločilnikom, z ločilnikom, z odstranitvijo talilnih vložkov varovalk, z izklopom kompaktnih in inštalacijskih odklopnikov. Pri napravah, kjer ni viden položaj kontaktov, je treba preveriti položaj indikatorja stanja stikala. Naprave, ki so daljinsko krmiljene, morajo imeti zagotovljen zanesljiv prenos stanj vklopa in izklopa stikalnih naprav, ozemljitvenih nožev ter meritev na kraj krmiljenja. Pooblaščen oseba mora na osnovi sheme elektroenergetskega postroja oz. naprave preveriti, da je bil odklop izvršen v vseh točkah napajanja.

#### **4.3.2 Preprečitev ponovnega vklopa**

Preprečitev ponovnega vklopa izvedemo na vseh izklopnih mestih in se praviloma izvaja na nižjem krmilnem nivoju. Preprečitev ponovnega vklopa mora biti izvedena na vseh izklopnih mestih, in sicer z:

- zaklepanjem ali blokiranjem pogonskih mehanizmov,
- izklopom pogonskih napetosti,
- izklopom krmilnih napetosti,
- odstranjevanjem taljivih vložkov varovalk,
- odstranjevanjem vzvodov in ročic za upravljanje.

Pri daljinsko krmiljenih elektroenergetskih objektih in postrojih z računalniško vodenimi sistemi se izvede preprečitev z vklopom določenih zapor komand in z označevanjem izklopljenih mest z opozorilnimi simboli.

Opozorilne tablice z napisom "NE VKLAPLJAJ – DELO NA NAPRAVI!" morajo biti nameščene na:

- mestih krmiljenja z napravami za izklop in vidno ločitev;
- mehanizmu za ročni vklop-izklop stikala;
- komandno potrdilnih stikalih za vklop ali izklop elektromotornih pogonov stikal;
- komandno potrdilnem stikalu za daljinsko krmiljenje;
- vratih VN celic.

### 4.3.3 Ugotoviti breznapetostno stanje

Breznepetostno stanje preverimo pred začetkom ozemljevanja in kratkostičnega povezovanja na vseh mestih, kjer je to potrebno. Breznepetostno stanje preverimo z indikatorjem napetosti, vizualnim pregledom stanja naprav, ločilnikov in ozemljitvenih nožev, z merilnimi inštrumenti, z daljinskimi indikatorji ter drugimi napravami.

Pri revizijskih delih najpogosteje uporabljamo indikatorje napetosti. Naše delo poteka na različnih napetostnih nivojih, zato je pravilna izbira indikatorja za določen napetostni nivo zelo pomembna. Uporabljamo kontaktne in brezkontaktne indikatorje. Za pravilno kontrolo breznapetostnega stanja je treba uporabljati indikator skladno z navodili proizvajalca. Preizkus breznapetostnega stanja poteka tako, da je treba indikator pred uporabo preizkusiti. Preizkušamo ga z napravo, ki je vgrajena v indikator ali na nazivni napetosti. Zaradi kontrole delovanja indikatorja ga preizkusimo tudi po koncu uporabe.



Slika 14: Preizkus breznapetostnega stanja  
(Lastni vir)

#### 4.3.4 Izvršiti ozemljitev in kratkostično povezavo naprav

Ozemljitev in kratkostična povezava naprav se izvaja:

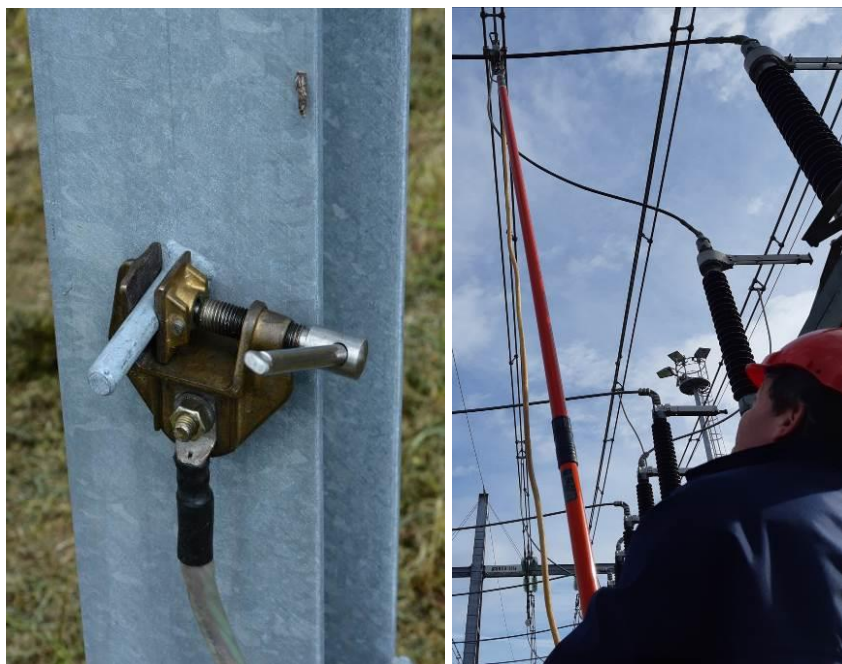
- na mestu dela,
- na vseh mestih ločevanja od delov pod napetostjo,
- na vsakem galvansko ločenem odseku, ki lahko pride pod napetost ali se lahko na njem inducira napetost.

Ozemljitev in kratkostična povezava s prenosno napravo za ozemljitev se izvede tako, da se najprej en krak naprave s sponko pritrdi na ozemljitev, nato pa se s pomočjo izolirnih palic sponke drugih krakov naprave spoji z vodniki oz. na elemente naprav, ki se ozemljijo oziroma kratkostično povežejo. V stikališču uporabljamo za ozemljitev ozemljene kovinske konstrukcije. Odstranjevanje prenosne naprave za ozemljitev in kratkostično povezavo poteka po obratnem vrstnem redu.

Pri revizijskih delih najpogosteje uporabljamo prenosne ozemljitvene vrvi. Izdelane so iz tankih bakrenih žic in so zaščitene pred mehanskimi poškodbami s prozorno izolacijo. Na obeh koncih vrvi so nameščene ustrezne sponke za pritrditev ozemljitvene vrvi.

Prezezi vrvi in priključne sponke morajo biti ustreznega prereza, da zdržijo pričakovane termične in dinamične obremenitve toka kratkega stika. Za ozemljitev in kratkostično povezovanje v/na elektroenergetskih objektih in postrojih visoke napetosti nad 1 kV se uporabljajo vrvi prereza baker 70 mm<sup>2</sup> in več.

Za ozemljitev in kratkostično povezovanje vodnikov na nadzemnih vodih se uporabljajo prenosne ozemljitvene vrvi za ozemljitev in kratkostično povezavo prereza najmanj baker 70 mm<sup>2</sup> ali aluminij 120 mm<sup>2</sup> za 110 kV ter najmanj baker 95 mm<sup>2</sup> ali aluminij 150 mm<sup>2</sup> za vse 220 in 400 kV nadzemne vode.



*Slika 15: Ozemljevanje in kratkostičenje  
(Lastni vir)*

Prenosne naprave za ozemljitev in kratkostične naprave, ki so bile izpostavljene kratkostičnemu toku ali pa so poškodovane, se izločijo iz uporabe.

V območjih visoke napetosti, kjer obstaja možnost inducirane napetosti zaradi elektrostaticnih in elektromagnetnih vplivov, je treba kovinske odre, dvigala, transportna sredstva in ostale dolge vodljive predmete začasno ozemljiti z bakrenim vodnikom, prereza najmanj 16 mm<sup>2</sup> zaradi odvajanja induciranih napetosti.

#### **4.3.5 Ograditi, označiti mesto dela od delov, ki so pod napetostjo**

Ograditev mesta dela od delov pod napetostjo se izvaja na krajih, kjer se dela izvajajo v neposredni bližini električnih naprav in opreme, ki so pod napetostjo. Z ograjevanje mesta dela od delov, ki so pod napetostjo, preprečimo:

- nevarnosti nehotenega dotika;
- približevanje delavcev s telesom ali orodjem;
- koridor gibanja v času revizijskih del;
- preprečitve zmotnega vstopa in zamenjave izklopljenega dela naprave z delom, ki je pod napetostjo.

Ograjevanje mesta se izvede z ogradami, opozorilnimi znaki in napisi, z opozorilnimi trakovi, vrvicami, verigami, izolacijskimi zaščitnimi ploščami, pregradami, prekrivali ipd.



*Slika 16: Ograjevanje in označitev mesta dela od delov, ki so pod napetostjo  
(Lastni vir)*

### **Dela v bližini delov pod napetostjo**

Pred začetkom del se vse delavce opozori na dele naprav, ki so ostale pod napetostjo. Določi se mesto dela ter koridor gibanja. Pri zunanjih postrojih se največ uporabljajo opozorilni trakovi, vrvice in verige. Ker se pri delu uporabljajo zložljive lestve, naprave za dviganje in transportna sredstva, se temu delu zagotovi neprekinjen nadzor ter dodatna pozornost.



*Slika 17: Delo z dvižno košaro  
(Lastni vir)*

Pri revizijski delih se delo opravlja na različnih nazivnih napetostih, zato je treba upoštevati določene varnostne razdalje.

Pri delih, ki se izvajajo v neposredni bližini nezavarovanih delov pod napetostjo, je treba postaviti zaščito pred nehotenim dotikom teh delov z uporabo dovolj trdnih in zanesljivo postavljenih izolacijskih pregrad, plošč, pokrival in podobno. Za notranje postroje nazivne napetosti do 35 kV so lahko navedene razdalje tudi manjše, če se



uporabi izolacijska zaščitna plošča iz materiala, pri kateri električna trdnost in druge lastnosti ustrezajo predpisanim zahtevam za določeno izolacijsko stopnjo po tehničnih normativih in standardih. Najmanjša varnostna razdalja med deli pod napetostjo in izolacijsko zaščitno pregrado glede na nazivno napetost ne sme biti manjša od naslednjih vrednosti, ki so podane v tabeli 1.

<i>Nazivna napetost</i>	<i>Varnostna razdalja</i>	<i>V prostoru/na prostem</i>
Do 1000 V	Površina dela, ki je pod napetostjo	V prostoru/na prostem
Nad 1 do 6 kV	90 mm	V prostoru
Nad 6 do 10 kV	115 mm	V prostoru
Nad 1 do 10 kV	150 mm	Na prostem
Nad 10 do 20 kV	215 mm	V prostoru/na prostem
Nad 20 do 35 kV	325 mm	V prostoru/na prostem
Nad 35 do 110 kV	1100 mm	V prostoru/na prostem
Nad 110 do 220 kV	2200 mm	V prostoru/na prostem
Nad 220 do 400 kV	2900 mm	V prostoru/na prostem

*Tabela 1: Najmanjša varnostna razdalja med deli pod napetostjo in izolacijsko zaščitno pregrado*  
(Vir: ELES, d. o. o., 2019)

Dela v bližini delov pod napetostjo je dovoljeno izvajati brez uporabe izolacijske pregrade ali plošče, če ne obstaja možnost njihove uporabe. Delavci, ki opravljajo dela v bližini delov pod napetostjo, morajo delati v tesno prilegajoči se obleki in izolirani čeladi ter stati na zanesljivem stojšču. Med delom morajo nenehno paziti, da ne pridejo v nevarno bližino delov pod napetostjo, dela pa morajo izvajati pod neposrednim nadzorom pooblaščenih oseb. Najmanjša varnostna razdalja približevanja delom pod napetostjo, glede na nazivno napetost, ne sme biti manjša od vrednosti, podanih v tabeli 2.

<i>Nazivna napetost</i>	<i>Varnostna razdalja</i>	<i>V prostoru/na prostem</i>
Do 1000 V	400 mm	V prostoru/na prostem
Nad 1 do 10 kV	400 mm	V prostoru
Nad 1 do 10 kV	700 mm	Na prostem
Nad 10 do 35 kV	700 mm	V prostoru/na prostem
Nad 35 do 110 kV	1150 mm	V prostoru/na prostem
Nad 110 do 220 kV	2300 mm	V prostoru/na prostem
Nad 220 do 400 kV	3300 mm	V prostoru/na prostem

*Tabela 2: Najmanjša varnostna razdalja približevanja delom pod napetostjo*  
(Vir: ELES, d. o. o., 2019)

Pri uporabi lestev, večjih predmetov in transportnih sredstev v zunanjih postrojih in pri delih na vodih mora biti upoštevana najmanjša varnostna razdalja približevanja delom pod napetostjo glede na nazivno napetost, podana v tabeli 3. Dolge vodljive predmete je treba s posebno pazljivostjo vnašati v prostore, kjer se nahajajo elektroenergetski postroji in naprave ter oprema. Za izvajanje takšnega dela je treba zagotoviti neprekinjen nadzor.

<i>Nazivna napetost</i>	<i>Varnostna razdalja</i>
Do 1000 V	800 mm
Nad 1 do 10 kV	1200 mm
Nad 10 do 35 kV	1500 mm
Nad 35 do 110 kV	2000 mm
Nad 110 do 220 kV	3000 mm
Nad 220 do 400 kV	4000 mm

*Tabela 3: Najmanjša varnostna razdalja približevanja delom pod napetostjo pri uporabi lestev, večjih predmetov in transportnih sredstev*  
(Vir: ELES, d. o. o., 2019)

Pri gradbenih in drugih neelektrotehniških delih (npr. postavljanje opažev, pri delih z dvigali, z gradbenimi stroji in pri raznih montažnih in transportnih delih, pri sečnji dreves in podrastih), ne glede na to, kje se izvajajo, mora biti upoštevana najmanjša varnostna razdalja približevanja delom pod napetostjo glede na nazivno napetost, podano v tabeli 4. Pri zagotavljanju navedenih razdalj je treba upoštevati tudi morebitno možnost nihanja, npr. bremen, konstrukcij, transportnih sredstev in podobno.

<i>Nazivna napetost</i>	<i>Varnostna razdalja</i>
Do 1000 V	1000 mm
Nad 1 do 110 kV	3000 mm
Nad 110 do 220 kV	4000 mm
Nad 220 do 400 kV	5000 mm

*Tabela 4: Najmanjše varnostne razdalje približevanja delom pod napetostjo pri izvajanju gradbenih del*  
(Vir: ELES d. o. o., 2019)



## 5 PREDSTAVITEV IN POSTOPKI DELA POD NAPETOSTJO DO 1 kV

### 5.1 IZVAJANJE DELA POD NAPETOSTJO (DPN)

Slovenski standard SIST EN 50110-1:2013 definira delo pod napetostjo (DPN) kot vsako delo, pri katerem se delavec z deli telesa ali orodjem, opremo ali napravami zavestno dotakne delov pod napetostjo ali poseže v območje dela pod napetostjo.

Lovrenčič (2018) v svoji doktorski disertaciji opredeljuje DPN kot metodo preventivnega vzdrževanja električnih inštalacij oziroma opreme brez prekinitve napajanja z električno energijo odjemalcev. Od neprekinjene dobave elektrike so namreč odvisni številni občutljivi interni odjemalci (bolnišnice, industrija itd.).

DPN uspešno povezuje in vključuje več ved – od elektrotehniških, organizacijskih, izobraževalnih, ekonomskih, psiholoških, socioloških ved, do področja varnosti in zdravja pri delu ter kakovosti. Uvajanje DPN zahteva nenehno potrjevanje kompetentnosti procesa in osebja ter opreme za izvajanje DPN. Svetovni razvojni trendi na področju izvajanja DPN so tradicionalno usmerjeni v tehnologije izvajanja DPN, v razvoj novih orodij in osebne varovalne opreme (OVO) ter usposabljanje za DPN na vseh napetostnih nivojih. Izvajanje vzdrževalnih del na električnih inštalacijah z DPN zahteva namreč preverjeno tehnologijo izvajanja DPN, usposobljenost izvajalcev DPN, uporabo kakovostne osebne varovalne opreme ter sodobno orodje in opremo kot podporo izvajanju DPN (Lovrenčič, 2018).

Standard SIS EN 50110-1:2013 glede na postavitev delavca glede na dele pod napetostjo in po uporabljenih sredstvih za varovanje pred električnim udarom in kratkim stikom loči naslednje tri priznane načine izvajanja DPN:

- a. **delo z izolacijskimi palicami – delo na varni razdalji** (Hot stick working – Safe clearance working) – delavec ostane na točno določeni razdalji od delov pod napetostjo in delo opravlja z izolacijskimi palicami.

DPN na oddaljenosti je najstarejša metoda DPN, ki se je začela leta 1913 v ZDA. Značilnost te metode je delo z izolacijskimi palicami oziroma delo na varni razdalji, ko delavec ostane na točno določeni razdalji do delov pod napetostjo in delo opravlja z izolacijskimi palicami.

Razvoj DPN na oddaljenosti je neposredno povezan z razvojem izolacijskih palic. Prva izolacijska palica leta 1913 je bila lesena palica iz neobdelanega surovega lesa, ki jo je monter na SN omrežju v Ohio, ZDA, uporabil s kovinskim dodatkom na koncu palice za odpiranje ločilnika.

Razvoj varnih izolacijskih palic (polnjenih s peno) je omogočal DPN na vse višjih napetostih.

Metodo DPN na oddaljenosti redkeje uporabljamo za DPN na NN (čiščenje razdelilcev), saj na NN prevladuje metoda v dotiku. DPN na oddaljenosti se zelo pogosto uporablja na SN omrežju, na omrežju VN se uporablja predvsem pri menjavi izolatorjev. S to metodo v Sloveniji izvajamo DPN na SN – čiščenje ter NN – čiščenje, ko uporabljamo izolacijske palice in cevi sesalca;

- b. **delo z izolacijskimi rokavicami – delo v dotiku** (Insulating glove working) – delavec, ki je varovan z izolacijskimi rokavicami in po možnosti tudi z izolacijsko zaščito roke (do ramen), izvaja delo v neposrednem stiku z deli pod napetostjo. Pri nizkonapetostnih električnih inštalacijah uporaba izolacijskih rokavic ne izključuje uporabe izolacijskih in izoliranih ročnih orodij in primerne izolacije mesta.

DPN z izolacijskimi rokavicami je metoda za delo na NN električnih inštalacijah, saj je DPN na varni razdalji ali potencialu onemogočen zaradi zelo malih razdalj med faznimi vodniki in zemljo. Metoda je uporabna tudi pri vzdrževanju SN nadzemnega omrežja ali čiščenja NN in SN opreme tako na DV kot v TP.

To metodo DPN na NN je prevzela slovenska elektroenergetska stroka s pogodbo iz leta 2007 med C & G, d. o. o., Ljubljana in hrvaškim specializiranim učnim centrom HEP NOC. Prvi v Sloveniji so jo začeli uporabljati vzdrževalci v Nuklearni elektrarni Krško (NEK);

- c. **delo z golimi rokami – delo na potencialu** (Bare hand working) – delavec opravlja delo na istem potencialu, kot so deli pod napetostjo, in je v neposrednem stiku z njimi; glede na okolico je zadostno varovan.

Ruski avtorji navajajo, da je bil DPN na potencialu prvič uporabljen že leta 1945 v Rusiji, ko so med drugo svetovno vojno zagotavljali napajanje težki industriji. Ob koncu petdesetih let prejšnjega stoletja so zahteve po izvajanju DPN na vse višjih napetostih sprožile razmah DPN na potencialu.

DPN na potencialu se danes izvaja pri vzdrževanju DV in RTP ter predstavlja najprimernejšo metodo na napravah VN in ZVN (od 400 kV do 765 kV). Dostop do potenciala je možen z zemlje preko izolacijskih lestev z uporabo izolacijskih vrvi, in sicer s pomočjo izolacijskih košar ali platform, ki jih dvigamo z vrvmi ali avtodvigalom. DPN na potencialu prinaša razvoj uporabe helikopterja, ko ta pripelje monterja v košari do mesta izvajanja DPN.

V praksi so tem trem osnovnim načinom izvajanja DPN dodali še kombinirano metodo C3M, znano pod imenom »Combination of the three methods«. Kombinirana metoda združuje tri osnovne načine izvajanja DPN. Metodo so razvili v Franciji.

Lovrenčić (2018) v disertaciji navaja dva pristopa k izvajanju DPN, in sicer ameriškega in francoskega oziroma "recepturo" in "oceno tveganja". Med sabo se razlikujeta v filozofiji pristopa in izvedbi posamezne aktivnosti DPN. Francoski koncept temelji na usposobljenosti izvajalcev DPN, da znajo za vsako načrtovano aktivnost na omrežju izdelati oceno tveganja, ki je osnova za začetek priprave DPN. Za varnost je poskrbljeno skozi program usposabljanja oziroma trening slehernega izvajalca, ki po zaključenem programu zna ocenjevati tveganje in izbrati primerno tehnologijo DPN in opremo. Ameriški pristop k DPN pa predvideva vnaprej predvideno verigo posameznih korakov in ne dovoljuje odstopanja od »recepture«. Največja prednost tipiziranega pristopa je hitrejša izvedba posameznih aktivnosti, saj je osebje usposobljeno za posamezne akcije, vendar zahteva »receptura« pomnjenje številnih postopkov. Ameriški pristop omejuje inovativnost, zato je njegova največja pomanjkljivost prav rutinska izvedba akcij in nezmožnost izvedbe netipiziranih nalog.

DPN se lahko izvaja na električnih inštalacijah izmeničnega (AC) in enosmernega toka (DC). DPN na električnih inštalacijah izmeničnega toka je bolj uveljavljen in se izvaja na daljnovodih (DV) in razdelilnih transformatorskih postajah (RTP), na nizki napetosti do 1.000 V (NN), srednji napetosti do 35 kV (SN), visoki napetosti do 400 kV (VN) in zelo visoki napetosti nad 400 kV do 765 oziroma 800 kV (ZVN). Skromne svetovne izkušnje pri obratovanju sistemov DC pa zaenkrat omejujejo strokovnjake pri natančnejšem določanju postopkov in orodij za izvajanje DPN (Lovrenčić, 2018).

Pri ocenjevanju ukrepov in učinkov pri uvajanju in izvajanju DPN prihaja do velikih razlik pri izvajanju DPN na NN, SN, VN in ZVN. Z višanjem napetosti napajanja se povečujejo tudi gospodarski učinki pri odjemalcih.

Strategija varnega DPN je osnovana na preventivnem oblikovanju takšne tehnologije DPN, ki preprečuje nevarne situacije in posledično nezgode pri DPN. Do nevarnih situacij in nezgod pri DPN lahko pride, če ne spoštujemo predpisov, ne spoštujemo predpisanih delovnih postopkov DPN, se k delu pristopi brez predhodne ocene tveganja, če delo izvajajo neusposobljeni in nekompetentni izvajalci, če izvajalci ne uporabljajo predpisanih OVO, opreme in orodij (Lovrenčić, 2018).

Nezgode pri DPN: ni javno dostopnih statističnih podatkov, ki bi obravnavali nezgode zaradi izvajanja DPN, strokovni viri in študije o izvajanju DPN zelo redko omenjajo nezgode pri izvajanju DPN. Električarji, ki izvajajo DPN, so bolj izkušeni,

usposobljeni in izpolnjujejo zahtevane pogoje kompetentnosti za DPN ter opravljajo vzdrževalno delo po naprej pripravljenem postopku. Na tem mestu je zanimivo omeniti še francosko razmišljanje o DPN: "Bolje delati pod napetostjo, kot misliti oziroma verjeti, da delaš brez napetosti." (Lovrenčič, 2018).

## 5.2 DPN PRI VZDRŽEVANJU V RTP

V tem poglavju je predstavljeno, na kakšen način poteka delo pod napetostjo pri vzdrževanju razdelilne transformatorske postaje, ki je pod okriljem podjetja ELES, d. o. o.

Podjetje ELES, d. o. o., je bilo med prvimi podjetji, ki so prepoznala prednosti izvajanja DPN kot orodje preventivnega vzdrževanja v RTP na nizkonapetostni opremi. Leta 2006 je ELES pristopil h Konzorciju DPN ter prevzel preverjeno tehnologijo DPN s sistemskimi priročniki, ki jih je vključil tudi v interni dokument o varnostnih pravilih za delo v/na elektroenergetskih objektih in postrojih. Ob uvajanju DPN je bila opravljena revizija izjave o varnosti z oceno tveganja (Lovrenčič in dr., 2017).

Leta 2008 se je predstavnik strokovne službe varnosti in zdravja pri delu v ELES-u udeležil prvega usposabljanja za DPN na specializiranem poligonu za DPN v HEP NOC. V aprilu 2011 se je 5 vzdrževalcev in 6 koordinatorjev ELES-a udeležilo prvega usposabljanja vzdrževalcev in koordinatorjev za izvajanje DPN na NN opremi v RTP. Po končanem usposabljanju je sledil nakup osebne varovalne opreme in orodja (Lovrenčič in dr., 2017).

V septembru 2011 je bilo v RTP Gorica izvedeno praktično usposabljanje na lastnih napravah, ob nadzoru inštruktorjev DPN in specialista C & G. Po uspešno zaključenem usposabljanju je ELES izdal pooblastila vzdrževalcem in koordinatorjem (Lovrenčič in dr., 2017).

V naslednjih letih so za DPN dodatno usposobili nekaj vzdrževalcev, s čimer so povečali tudi obseg izvajanja DPN. Za zagotavljanje vzdrževanja kompetenc za izvajanje DPN na NN poteka vsaki dve leti redno obnovitveno usposabljanje vzdrževalcev in koordinatorjev na specializiranem poligonu za DPN v HEP NOC. Obnovitveno usposabljanje obsega teoretični in praktični del s preizkusom znanja. Z obdobjim strokovnim usposabljanjem se zagotavlja visoka raven varnosti pri delu in optimalno izvajanje samega DPN na NN (Lovrenčič in dr., 2017).

ELES, d. o. o., ima v svojih Varnostnih pravilih za delo v/na elektroenergetskih objektih in postrojih (2019) navedeno, da delavci lahko delajo v/na elektroenergetskih objektih, elektroenergetskih postrojih, električnih napravah in opremi pod napetostjo na nizki napetosti pod naslednjimi pogoji:

- delavci morajo biti strokovnjaki elektrotehniške stroke;
- delavci morajo biti posebej usposobljeni za varno delo pod napetostjo;
- delavci morajo biti zdravstveno sposobni za takšna dela;
- izbrani sistem dela pod napetostjo in delovni postopek morata biti vnaprej določena in preverjena;
- delavci morajo glede na izbran način dela pod napetostjo uporabljati ustrezna izolirna orodja, osnovna varovalna izolacijska sredstva in dopolnilno varovalno 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.

Družba je za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu pred nevarnostjo električnega toka pri izvajanju DPN prevzela preverjeni sistem dela in delovni postopek, ki sta opredeljena v naslednjih priročnikih:

- Splošni pogoji za izvajanje del pod napetostjo na nizki napetosti (SPID – NN);
- Pogoji za izvajanje del pod napetostjo – delovni postopki na nizki napetosti (PID – NN);
- Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti (TOOO – NN) (ELES d. o. o., 2019).

V Splošnih pogojih za izvajanje del pod napetostjo pri nizki napetosti (SPID – NN) so navedeni in opisani ukrepi za preprečevanje električnega udara, ukrepi za preprečevanje kratkih stikov, opis osebne varovalne opreme vzdrževalca, vremenski pogoji na mestu izvajanja dela, pregled in vzdrževanje opreme in orodja, odnos med izvajalcem (vzdrževalcem) in vodjo del in še razna druga priporočila.

V Pogojih za izvajanje del pod napetostjo – delovni postopki na nizki napetosti (PID – NN) so opisani priprava dela in mesta izvajanja dela, organizacija del in izvajanje, postopki dela pod napetostjo, priključevanje in demontaža tokokrogov, delo na napravah in opremi ter specialni delovni postopki.

Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti (TOOO – NN) je skupina opisov opreme in orodja za delo pod napetostjo in pogojev njihove uporabe.

Delavcu družbe, ki usklajujejo, vodijo ali izvajajo DPN na NN, se izda posebno pooblastilo za delo.

### 5.2.1 Izvajanje DPN v RTP ELES

Pred pričetkom izvajanja DPN je ELES, d. o. o., moral izpolniti naslednje zahteve:

- prevzeti sistemske priročnike za DPN na NN;
- v izjavi o varnosti evidentirati tveganja na delovnih mestih, ki izhajajo iz DPN na NN, jih ustrezno ovrednotiti in določiti ukrepe za zmanjšanje tveganja na sprejemljiv nivo;
- dopolniti varnostna pravila za delo v/na elektroenergetskih objektih in postrojih;
- urediti varnostne dokumente za DPN na NN;
- ustrezno usposobiti vzdrževalce in koordinatorje;
- zagotoviti ustrezno osebno varovalno opremo (OVO) in orodje.

Ko so bile izpolnjene vse zgoraj naveden zahteve, so vzdrževalci začeli uporabljati DPN na NN v vseh RTP, in sicer pri pregledu, čiščenju in vzdrževalnih delih v NN razdelilnih omarah, omarah zaščite, akumulatorskih baterijah in drugi opremi.

Za izvajanje DPN na NN je bil dogovorjen postopek izdaje dokumentov, ki so bili pripravljene v skladu z že navedenimi sistemskimi priročniki: Delovni nalog za delo pod napetostjo, Priprava za delo pod napetostjo, Dovoljenje za delo pod napetostjo (Lovrenčič in dr., 2017).

V letu 2011 je bil opravljen okvirni nabor del za DPN na NN, in sicer:

- zamenjava prenapetostnih odvodnikov v razdelilnih omaricah LR in krmilnih omaricah;
- čiščenje omaric LR in krmilnih omaric;
- zamenjava relejev, avtomatov, kontaktorjev, varovalk v omaricah LR in krmilnih omaricah;
- priklop novega porabnika, npr. na razvod LR;
- popravilo in zamenjava merilnih naprav (števecv) na sekundarni strani IT (NIT) (Lovrenčič in dr., 2017).

Pri DPN na NN prevladuje čiščenje omar in zategovanje spojev v omarah lastne rabe enosmerne in izmenične napetosti.

Za izvedbo DPN sta potrebna vsaj dva usposobljena vzdrževalca.

### 5.2.2 Praktični primer DPN – zategovanje spojev v razdelilni omari

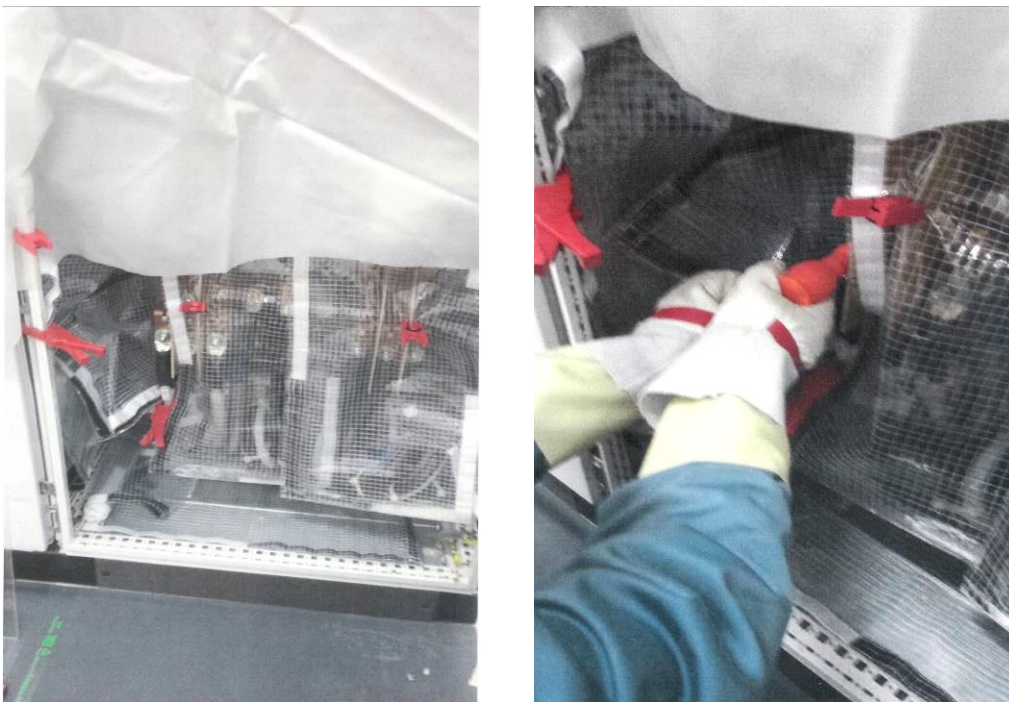
Potek DPN je prikazan na primeru zategovanja spojev v razdelilni omari.

Na mestu izvajanja DPN se je preverila vsa potrebna dokumentacija. Vzdrževalec je bil seznanjen z informacijami (npr. identifikacija opreme, naravo del, ki jih je treba

opraviti, oceno tveganja s stališča varnega izvajanja del), ki so bile potrebne za izvajanje del, in o možnih nevarnostih. Delovni prostor se je ustrezno ogradil in zavaroval.

Vzdrževalec je nato pripravil, pregledal in namestil osebno varovalno opremo, vso potrebno orodje in naprave za izvajanje DPN. Začel je z odvijanjem in odstranjevanjem zaščitnih pokrovov razdelilne omare. Priključne kontakte na glavnem stikalu je zaščitil z zaščitno folijo. Na zbiralkah je začel s pritegovanjem spojev. Po opravljenem delu je odstranil zaščitno folijo. Na razdelilno omaro je ponovno namestil zaščitne pokrove, odstranil zaščitno ograjo delovnega mesta in pospravil OVO in orodje za izvajanje DPN.

Po opravljenem DPN je vodja del posredoval Obvestilo o zaključku del na predpisanem obrazcu in Poročilo o izvršitvi delovnega naloga za DPN z opisom izvedenih del in opaženimi pomanjkljivostmi ter pripombami.



*Slika 18: Zaščita z zaščitno folijo in zategovanje spojev  
(Lastni vir)*

V primeru zategovanja spojev so bila uporabljena naslednja OVO in orodja:

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

- namensko orodje za DPN (komplet izoliranega orodja za DPN, izolacijski tepih, prekrivala in ščipalke za pritrjevanje, izolatorski tulci, opozorilne zastavice),
- zaščitna ograja.

## **6 SVETOVNI TRENDI RAZVOJA DELA POD NAPETOSTJO**

Poglavje je povzeto po doktorski disertaciji dr. Viktorja Lovrenčiča z naslovom Učinki dela pod napetostjo kot metode vzdrževanja električnih inštalacij iz leta 2018.

### **6.1 ZGODOVINA RAZVOJA DPN**

S poznavanjem razvoja DPN lažje prepoznavamo doprinos DPN h kakovosti, varnosti in učinkovitosti ter uspešnosti vzdrževanja električnih inštalacij. Zapisanih je le nekaj ključnih prelomnic v zgodovini razvoja DPN.

Podrobnejše zapise o razvoju DPN v posameznih državah najdemo v objavljenih referatih s specializiranih konferenc, v katerih posamezni avtorji pogosto v uvodu na kratko predstavijo zgodovino ali vsaj letnico uvajanja DPN v svojih državah.

V nekaterih državah se je zaradi različnih pogojev in specifičnih okoliščin razvoj DPN začel že zelo zgodaj, npr. hiter razvoj ameriške industrije, nujna po zagotavljanju elektrike v Rusiji za težko industrijo v drugi svetovni vojni, prevelike razdalje med proizvodnimi viri in odjemalci elektrike na Švedskem, omogočanje hitrejšega razvoja omrežja v Franciji v 60. letih prejšnjega stoletja itd.

### **6.2 ZGODOVINA RAZVOJA DPN V SVETU**

Začetek izvajanja DPN je povezan z začetki uporabe in razvoja orodij in opreme oziroma izoliranih ali izolacijskih palic. Na začetku so bila orodja izdelana iz naravnih materialov oziroma suhega lesa (limonovca, bambusa), ki so omogočala DPN le na NN in SN, saj je higroskopičnost lesa in drugih materialov ogrožala varno izvajanje DPN na oddaljenosti. V 50. letih prejšnjega stoletja je razvoj materialov (plastika, steklena vlakna) rešil problem vsebnosti vlage v lesenih palicah in omogočil postopno prehajanje DPN z NN in SN na VN in ZVN.

Zahteve po izvajanju DPN na vse višjih napetostih so ob koncu 50. let prejšnjega stoletja sprožile razvoj novega načina DPN, in sicer na potencialu. Pri razvoju so sodelovali ameriški in kanadski strokovnjaki. V poznih 60. letih prejšnjega stoletja je bila v ZDA v laboratorijskih pogojih prvič izvedena metoda DPN na potencialu v VN



laboratoriju, o čemer pa se ne strinjata ruska avtorja Barge in Polevoja, ki sta leta 1980 jasno zapisala, da je bil DPN na potencialu prvič uporabljen že leta 1945 v Rusiji oziroma takratni ZSSR. Rusi so bili med drugo svetovno vojno namreč prisiljeni iznajti metodo DPN, ki bi omogočala popravila na izjemno dolgih VN daljnovodih.

Iz razhajanj v zgodovinskih zapisih tako pride do delitve metod DPN po poreklu, in sicer na »ameriško-švedsko« metodo DPN na varni razdalji in na »rusko« metodo DPN na potencialu.

Večina strokovnih virov si je enotna, da se je DPN na SN začel izvajati v zvezni državi Ohio v ZDA leta 1913 z doma narejeno predimenzionirano leseno palico za ločevanje (t. i. »disconnect sticks«). V nekaterih virih se omenja kot začetek DPN v ZDA celo v letu 1906.

Redki zapisi med prvimi izvajalkami DPN omenjajo Poljsko. Glede na zapis Lubickega in Dudeka iz leta 2014 so Poljaki s to metodo začeli leta 1933. Žuravlev je leta 2008 v pregledu zapisal, da so med letoma 1920 in 1930 začeli z DPN na SN v Evropi v naslednjih državah: Nemčija, Sovjetska zveza, Švica, Švedska in Poljska.

Na Švedskem so DPN začeli izvajati po letu 1950, ko so velike razdalje med proizvodnjo elektrike in porabo v mestih narekovale razvoj metode, ki bi preprečila prekinitve dolgih transportnih poti.

V Franciji so leta 1960 sprejeli odločitev, da začnejo z metodo DPN, zato so leta 1962 ustanovili izjemno pomembno in danes znano ustanovo SERECT (Section d'Etudes, de Réalisation et d'Expérimentation pour le Comité Technique), ki je razvijala metode DPN in orodja za DPN. Francoski razvoj je za Slovenijo še posebej zanimiv, saj smo leta 2007 prevzeli francosko tehnologijo DPN s pogodbo med C & G in HEP NOC.

Italija je na osnovi francoskega vzorca uvajanja DPN sprožila proces uvajanja, ki pa ga je leta 1955 ustavil predpis o prepovedi izvajanja DPN. Proces sprememb predpisov je bil zaključen šele leta 1980, ko je bil državnemu podjetju ENEL dovoljen DPN na VN.

Sedemdeseta in osemdeseta leta prejšnjega stoletja so odprla razvoj DPN v praktično vseh evropskih državah. V tem času so Francija, Velika Britanija, Danska in Norveška začele sodelovati pri standardizaciji orodij za DPN. Oblikovale so interesno skupino, predhodnico tehničnega komiteja IEC TC 78 (Live Working), ki je bil ustanovljen leta 1975. Tehnični komite IEC TC 78 s svojimi delovnimi skupinami

aktivno oblikuje strategijo razvoja standardov opreme, orodja in OVO za DPN in postavlja visoke standarde kakovosti proizvajalcem ter uporabnikom opreme.

## 6.3 ZGODOVINA RAZVOJA DPN V SLOVENIJI

### 6.3.1 Razvoj DPN v Sloveniji v letih 1961 in 1991

Pobuda za uvedbo DPN se je pri nas pojavila že leta 1961, saj so naši strokovnjaki spremljali svetovne trende in že zelo zgodaj prepoznali DPN kot tehnologijo prihodnosti za prenosno in distribucijsko jugoslovansko omrežje. Elektrogospodarska skupnost Slovenije (EGS) je organizirala posvetovanje o DPN, na katerem so sodelovali predstavniki elektrogospodarskih podjetij iz vseh republik.

Zaključki tega posveta so bili:

- treba je organizirati DPN zaradi zahtev potrošnikov (predvsem industrije) po nemoteni dobavi električne energije;
- v zvezi z uvajanjem DPN je treba proučiti metode dela, da bi dosegli potrebno varnost;
- DPN naj se uvede najprej na NN ter nato postopoma na višji napetosti;
- veljavni tehnični predpisi ne dopuščajo DPN in bi jih bilo treba prilagoditi novim zahtevam;
- ustanovi se komisija za DPN in štiri podkomisije (za izobraževanje kadrov, pripravo orodja, izvajanja del na NN in SN ter na VN).

Kot smo že omenili, so oviro pri uvajanju DPN predstavljali republiški predpisi, saj je takrat veljaven Pravilnik o tehničnih predpisih za obratovanje in vzdrževanje elektroenergetskih postrojev iz leta 1968 (veljaven do decembra 2015) dovoljeval DPN le na NN v izjemnih primerih z uporabo izoliranega orodja in varnostnih ukrepov. Problem je nastal pri uvajanju DPN nad 1 kV oziroma nad 250 V, saj je pravilnik zahteval soglasje posebnega organa, ki ni bil nikoli definiran.

Na področju razvoja DPN v Sloveniji v obdobju 1961–1978 tako ni bilo pomembnejših premikov.

Novembra 1979 je jugoslovanska konferenca elektroenergetikov, YUKO CIGRE, ustanovila delovno skupino 22.06 »Delo pod napetostjo«, vendar v prvem obdobju dela te skupine ni bilo zabeleženih večjih rezultatov. Nadaljnji razvoj DPN v Jugoslaviji je bil zato močno odvisen od spremembe zakonodaje (zakona o varnosti pri delu, republiških pravilnikov, internih aktov v podjetjih).

Skupščina skupnosti jugoslovanskega elektrogospodarstva (JUGEL) s sedežem v Beogradu je leta 1981 sprejela panožni standard GSE – 40/81 (Pravila in ukrepi za varstvo pri delu v elektroenergetskih objektih), ki je prvi jugoslovanski dokument, v katerem je omenjena možnost izvajanja DPN na SN in VN omrežju, torej nad 250 V.

Maja 1983 je skupina 22.06 ponovno začela delovati. Skupina je pripravila program aktivnosti za prehod na DPN (analiza potreb za prehod na DPN, analiza dotedanjih izkušenj v zvezi z DPN v svetu, analiza potrebnih kadrov za pristop k DPN, potrebna oprema idr.). Program bi naj bil obdelan v študiji, ki bi ga izdelala kvalificirana ustanova. Do realizacije te študije ni prišlo.

V okviru EGS posebno telo, ki bi skrbelo za DPN, ni bilo organizirano. DPN je večinoma promoviral Elektroinštitut z objavo člankov, s predavanji, s strokovnim obiskom francoskih strokovnjakov. Elektro inštitut Milan Vidmar (EIMV) je zato EGS-ju predlagal študijo z namenom, da bi strnili vsaj del izkušenj s področja DPN, ki so jih nabrali v tujini in da bi prispevali k rešitvi najbolj kritičnega problema, to je prilagoditvi tehničnih in administrativnih določil za izvajanje DPN našim razmeram. Babuder in Kotar sta leta 1985 podala usmeritve za uvajanje DPN v Sloveniji in k študiji priložila prevod francoske publikacije UTE C 18-520 (Splošna navodila za DPN) – »Pregled zakonskih in tehničnih določil v zvezi z delom pod napetostjo«.

Ob izgradnji 380 kV jugoslovanskega prenosnega omrežja »Nikola Tesla« ob koncu sedemdesetih let je bilo izvedenih kar nekaj strokovnih obiskov v tujini. V delegacijah, ki so odpotovale v Rusijo, Francijo, ZDA, na Madžarsko in drugam so bili tudi slovenski prenosni in distribucijski strokovnjaki. Cilji teh obiskov so bili prepoznavanje možnega uvajanja DPN pri vzdrževanju novega 380 kV omrežja.

Jakl in Vučković sta leta 1985 podrobno predstavila uporabo DPN in dela v bližini delov pod napetostjo na prenosnem omrežju. Izpostavila sta ovire pri izvajanju DPN v skladu s panožnim standardom GSE – 40/81, ki omogoča DPN nad 42 V pod določenimi pogoji, republiške in mestne inšpekcije pa niso dovolile uporabe tega panožnega standarda, saj ni bilo zveznega in republiških predpisov, ki bi uredili DPN.

V distribuciji so bile aktivnosti DPN na NN dovoljene. Strokovne skupine Elektrodistribucije Beograd (EDB) so v letih 1981–1982 zelo natančno izdelale program uvajanja DPN. EDB se je odločil za prenos tehnologije za vzdrževanje postrojev 10 kV in 35 kV iz vzhodne Nemčije. Ambiciozni projekt EDB je zajel prav vse elemente od prenosa tehnologije, izdelave internih pravilnikov in navodil, vendar ni dobil praktičnega epiloga.

Nekoliko intenzivnejše so bile aktivnosti na Hrvaškem. Te so bile rezultat dolgoletnega sodelovanja Elektroslavonije in distribucijskega podjetja DEDASZ iz Madžarske, ki ima Center za usposabljanje DPN na NN in SN. Hrvaška oziroma Zajednica elektroprivrednih organizacija Hrvatske (ZEOH) je kot nosilka projekta DPN v Jugoslaviji leta 1986 začela aktivno koordinirati akcijo DPN. Ustanovili so komisijo za DPN, ki je leta 1987 izdelala in sprejela program vseh aktivnosti za izvajanje DPN. Ustanovili so poligon za DPN v Slavoniji, podjetje Elektroslavonija iz

Osijeka je dobilo nalogo vodenja gradnje Centra za usposabljanje oziroma današnjega HEP NOC (»Nastavno obrazovni centar«) v Veliki. Rezultat koordinirane akcije na Hrvaškem je bil sprejetje prvega jugoslovanskega oziroma republiškega predpisa in njegova objava v uradnem listu 1987. Predpis je urejal varnost pri delu pri uporabi elektrike in je prvič omogočil uporabo DPN na NN in SN, vendar le v Republiki Hrvaški.

### 6.3.2 Razvoj DPN v Sloveniji v letih 1991 in 2020

Potem ko je bila izdelana študija EIMV, je prišlo do popolnega zastoja aktivnosti na področju DPN v Sloveniji. Enega od možnih vzrokov za neaktivnost v tem času lahko najdemo v predpisu varstva pri delu, ki ni dovoljeval DPN.

Po desetletnem naporu slovenskih strokovnjakov za varnost pri delu je delovna skupina po vzoru hrvaškega pravilnika (1987) pripravila osnutek pravilnika o varnosti pri delu pred nevarnostjo električnega toka, ki je bil objavljen v Uradnem listu RS, št. 29/92. Pravilnik (1992), ki velja še danes, v 54. členu dovoljuje DPN pod posebnimi pogoji, vendar do leta 2006 na tem področju ni bilo nobenih aktivnosti.

Zaradi razpada Jugoslavije in začetka vojne na Hrvaškem je razvoj DPN za desetletje popolnoma zastal. V objekte HEP NOC v Slavoniji se je naselila hrvaška vojska in kasneje begunci iz BiH, ki so objekte zapustili v zelo slabem stanju. V letu 2000 je HEP, d. d., sprožil projekt obnove poligona HEP NOC. Strokovna skupina je v HEP-u oziroma hrvaški distribuciji (danes HEP ODS) obnovila tudi stike s strokovnjaki iz tujine.

Po premisleku so se strokovnjaki odločili, da se sprejme prenos tehnologije iz Francije. Odločitev je bila potrjena s pogodbo med HEP, d. d., in centrom EDF SERECT Mulhouse oziroma EDF International, z dne 28. 11. 2003. Pogodba je predvidela naslednje aktivnosti:

- prenos tehnologije DPN na NN in na SN;
- posnetek stanja v HEP NOC-u;
- EDF izdela predlog usmeritev in aktivnosti;
- HEP – potrditev in sprejem nadaljnjih aktivnosti;
- prenos tehnologije DPN v HEP NOC;
- trening inštruktorjev v SERECT;
- akreditacija HEP NOC za DPN na NN;
- prenos tehnologije DPN na SN;
- dobava specialne hidravlične platforme za DPN na SN;
- prenos tehnologije DPN na SN – kombinirana metoda;
- akreditacija HEP NOC za DPN na SN.

Po zaključku akreditacije HEP NOC za DPN so se začele aktivnosti DPN na NN v hrvaški distribuciji. HEP, d. d., (Hrvatska elektroprivreda) oziroma HEP ODS, d. o. o., (distribucija) je začel septembra 2005 z izvajanjem DPN na NN. HEP Nastavno obrazovni center (HEP NOC) je 1. 3. 2006 prejel odločbo ministrstva, s katero je bil potrjen kot izobraževalna ustanova, ki sme v skladu s hrvaško zakonodajo o izobraževanju začeti s samostojnim delom.

Dolgoletni poslovni odnosi slovenskega podjetja C & G, d. o. o., Ljubljana s HEP, d. d., so decembra 2005 omogočili povezavo s centrom HEP NOC, ki se je razvila v pogodbeno sodelovanje o prenosu znanja v Slovenijo. Strokovnjaki so enotno ocenili, da je HEP NOC odličen partner za začetek uvajanja DPN v Sloveniji, saj ima kakovostno oblikovane programe usposabljanja in infrastrukturni poligon za DPN. Dodatni argumenti za sodelovanje so bili preverjena francoska tehnologija, relativna bližina in nenazadnje tudi majhna jezikovna ovira za slovenske monterje.

V letu 2006 sta potekali dve celodnevni delavnici, in sicer v Talumu, d. d., Kidričevo, in na Elektro Ljubljana, d. d., v organizaciji C & G, d. o. o. Jeseni 2006 je C & G dal pobudo vsem petim slovenskim distribucijam za ustanovitev konzorcija kot civilnopravne družbe. Odziv je bil zelo različen, od pisne podpore do neuradnega nasprotovanja.

Leta 2007 so ustanovili Konzorcij DPN, ki je bil podprt s strani tridesetih velikih javnih in privatnih podjetij, ki so finančno podprla prevzem in prevajanje sistemskih priročnikov. Prva izdaja sistemskih priročnikov je omogočila priprave na prvo usposabljanje inženirjev in monterjev v industriji in proizvodnji elektrike. Priročniki so postali osnova za uvajanje DPN v industrijsko okolje. Leta 2007 so na pobudo C & G ustanovili tudi tehnični odbor pri SIST, in sicer TC/DPN, ki je začel aktivno spremljati standarde s področja DPN in začel s prevajanjem standarda SIS EN 50110-1:2007 Obratovanje električnih inštalacij. C & G in ICES (Izobraževalni center energetskega sistema, takrat še v lasti družbe ELES) sta kmalu zatem podpisala pogodbo o sodelovanju in skupaj nato nastopila na konferenci CIGRE (mednarodno nevladno in neprofitno združenje za elektroenergetske sisteme) v Čatežu leta 2007. Nekaj mesecev kasneje je bila pogodba s strani ICES-a enostransko prekinjena.

C & G je na osnovi zahtev Zakona o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD) pridobil dovoljenje za delo. Na osnovi Odločbe ministrstva za delo, družino in socialne zadeve je družba C & G pridobila dovoljenje za delo za opravljanje strokovne naloge varnosti pri delu – pripravljane in izvajanje usposabljanja delavcev za varno delo.

Aprila 2008 so glede na izdelane sistemske priročnike Konzorcija DPN in izvajanje DPN na osnovi preverjenega francoskega sistema omogočili začetek usposabljanja za DPN na NN, v katerega so se vključili proizvajalci elektrike (NEK in SEL), montažer (ELOMOT) in procesna proizvodnja (Papirnica Vevče). NEK je kot prva

slovenska pravna oseba izdal svojim vzdrževalcem pooblastilo za DPN na NN (januarja 2009). Zgodilo se je, da se je DPN v Sloveniji začel prej v industrijskem okolju kot v distribuciji elektrike, kar je glede na svetovno prakso izjema.

V letih 2006 in 2010 je potekalo intenzivno dogovarjanje C & G s posameznimi distribucijami v zvezi z obliko in vsebino pristopa k uvajanju DPN. Mnenja in pristopi so bili različni. EIMV je februarja 2009 podal analizo uvajanja vzdrževalnih del pod napetostjo v slovenskih distribucijskih podjetjih. Študija je izzvala nadaljnje aktivnosti. Ustanovljena je bila komisija za DPN pri GIZ distribuciji, katere delo je koordiniral ICES. V tem obdobju je prišlo tudi do pobude za ustanovitev slovenskega poligona oziroma centra za usposabljanje DPN, vendar je bila ideja zaradi stroškov zamrznjena.

Sredi leta 2010 je EM sprejel C & G kot partnerja pri uvajanju DPN. Temu so sledile še distribucije EG, EL in EG.

Velik dosežek SIST TC/DPN je bil leta 2010 prevod standarda SIST EN 50110-1:2007. S tem prevodom smo dobili terminološko osnovo za uvajanje in izvajanje DPN v Sloveniji. Ustanovljena je bila delovna skupina za pripravo predlogov sprememb in dopolnitev pravilnika.

Pridobljene izkušnje pri uvajanju in izvajanju DPN na NN ter še posebej prevod standarda SIST EN 50110-1:2007 so dali dovolj vzvodov za modifikacijo sistemskih priročnikov v industriji ter novo izdajo priročnikov za slovensko distribucijo, ki se je odločila za uvajanje DPN na NN.

Za obdobje 2011–2015 je značilno aktivno uvajanje in izvajanje DPN na NN v slovenski distribuciji, od prevodov in izdelave sistemskih priročnikov za DPN na NN za distribucije, izdelave elaboratov, nakupov osebne varovalne opreme do usposabljanj monterjev in koordinatorjev.

Uspešni začetki izvajanja DPN na NN odpirajo prostor za nadaljnje raziskave možnih učinkov pri vzdrževanju distribucijskega omrežja. Projekta skupina DPN (GIZ DEE – Gospodarsko interesno združenje distribucije električne energije) si je zastavila, da ob dvoletnem periodičnem usposabljanju izvajalcev ob poudarkih varnega izvajanja DPN raziskuje in predstavlja učinke DPN.

Po uspešno zaključenem uvajanju DPN na NN v podjetja v industriji, proizvodnji, prenosu in distribuciji elektrike ter v inženirska in montažerska oziroma vzdrževalna podjetja je bil sprožen postopek uvajanja DPN na SN v distribuciji. Sprejeta je bila odločitev, da začnejo z najenostavnejšo aktivnostjo, in sicer »čiščenjem SN opreme« po naslednjih korakih:

- prevzem hrvaških priročnikov HEP NOC (francoska tehnologija RTE SERECT);

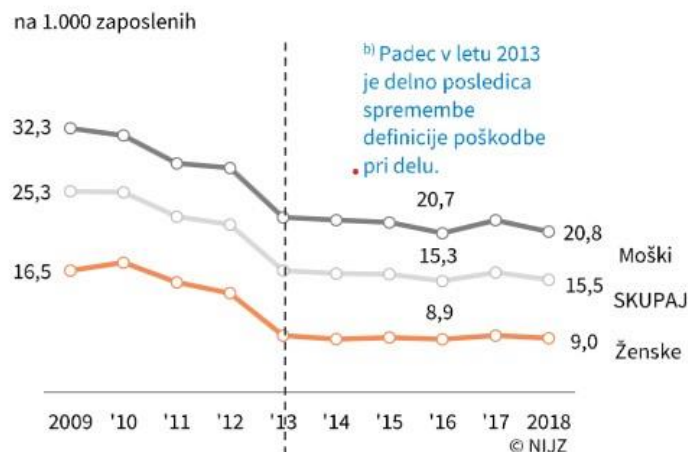
- izdelava elaboratov »Uvajanje dela pod napetostjo na srednji napetosti, Izvajanje del pod napetostjo – Čiščenje na srednji napetosti« za EG, EL in EM;
- prevod in izdelava sistemskih priročnikov za DPN na SN za distribucijo;
- določitev obsega usposabljanja (priprava programov za usposabljanje);
- usposabljanje monterjev in operativnih koordinatorjev za DPN na SN iz EG, EL in EM;
- nakup osebne varovalne opreme ter orodja in opreme za DPN na SN;
- vključitev DPN na SN v integriran sistem vodenja na nivoju delovnega navodila in posebej izdelanih obrazcev;
- izveden praktičen del (junij 2013) na distribucijskem omrežju SN ob prisotnosti inštruktorjev HEP NOC in strokovnjakov C & G;
- izdaja pooblastil zaposlenim za DPN na SN za ustrezno področje dela ter s tem uspešen pričetek del z izvajanjem metode DPN na SN omrežju (čiščenje);
- junija 2015 je bilo v skladu s predpisi izvedeno prvo dveletno periodično usposabljanje s pisnim preizkusom znanja izvajalcev DPN na SN.

Uspešno zaključen proces uvajanja DPN na SN (»čiščenje SN opreme«) predstavlja pomemben mejnik pri razvoju DPN v Sloveniji, saj je bil narejen velik strokovni in organizacijski korak k tehnološko kompleksnejšemu izvajanju DPN na SN in VN, ki nas čaka v nadaljnjem obdobju tako v distribuciji kot pri prenosu elektrike po vzoru preostalih držav.

## 7 POŠKODBE PRI DELU

Poškodbe pri delu so indikator varnosti in zdravja pri delu. Nadzor nad spoštovanjem delovnopravne zakonodaje opravlja Inšpektorat RS za delo (IRSD) z namenom, da se podaljša delovna in življenjska doba brez poškodb in nezgod na delu.

Glede na podatke zadnje dostopnega Zdravstvenega statističnega letopisa Slovenije za leto 2018 je bilo v Sloveniji v letu 2018 prijavljenih 13.945 poškodb pri delu oziroma 16 poškodb na 1.000 zaposlenih. Glede na leto 2017 je število poškodb upadlo za 5 % (NIJZ, 2020).



<sup>a)</sup> Prelom časovne vrste zaradi spremembe definicije poškodbe pri delu.  
 Viri: NIJZ – Evidenca poškodb pri delu (PPD)

Slika 19: Poškodbe pri delu, Slovenija, 2009–2018  
 (Vir: NIJZ, 2020)

V letu 2018 se je v Sloveniji največ poškodb zgodilo v predelovalnih dejavnostih (4.683 poškodb), gradbeništvu (1.527 poškodb) in v dejavnosti trgovine, vzdrževanja in popravila motornih vozil (1.507 poškodb). V dejavnosti oskrbe z električno energijo, plinov in vodo se je zgodilo 108 poškodb (NIJZ, 2020).

Resnost poškodb prikazuje bolniška odsotnost. V letu 2018 je bilo v Sloveniji 15.214 zaključenih primerov bolniške odsotnosti zaradi poškodb pri delu in s tem izgubljenih 798.158 dni dela za polni delovni čas (NIJZ, 2020). Leta 2017 so bili ti podatki nekoliko nižji, in sicer je bilo takrat v Sloveniji 14.880 zaključenih primerov bolniške odsotnosti zaradi poškodb pri delu in s tem izgubljenih 721.453 dni dela za polni delovni čas (NIJZ, 2019).

Mnogi delodajalci še vedno nimajo vpeljane učinkovite prakse, ki bi obvarovala delavce. Prepogosto varnostne strategije temeljijo na odzivanju in izvajanju ukrepov, ko se je nesreča že pripetila, na pomanjkljivih ocenah varnosti tveganj v objektih ali na drugih prednostnih nalogah. Pogosto so mnoge potencialne nevarnosti spregledane, zato je še toliko bolj pomembno, da te potencialne nevarnosti, ki jim rečemo skoraj dogodki (angl. Near Miss), zaznamo in obravnavamo. Skoraj dogodki so pomembni zato, ker lahko postanejo zelo resna nezgoda. Kot primer navajamo dve situaciji, v obeh se zgodi padec težkega predmeta iz višine. V prvi situaciji človek odskoči in se ne zgodi nič, v drugi situaciji predmet pade na človeka in ga hudo poškoduje (DEMETRA Lean Way d. o. o., 2019).



Nezgode niso posledica naključij. Glede pojavljanja nezgod je že leta 1931 William Heinrich v svoji teoriji, ki jo danes poimenujemo Heinrichova piramida ali trikotnik nezgod, ugotavljal, da se v večini primerov ne zgodi nič hujšega, da pa na določeno število skoraj dogodkov vseeno pride do nezgod, tudi najhujših. To pomeni, da še tako majhne potencialne nevarnosti ali skoraj dogodka ne smemo ignorirati, saj lahko sčasoma predstavlja resno nevarnost (DEMETRA Lean Way d. o. o., 2019).

Dosledno upoštevanje zakonodaje s področja varstva in zdravja pri delu ter izvajanja predpisanih obveznosti tako s strani delodajalcev kot tudi delavcev bi vsekakor odpravilo vrsto nezgod pri delu. Skrb za ohranjanje in izboljševanje zdravja zaposlenih je zato smotrna, saj so zdravi in zadovoljni delavci, ki delajo v varnem in spodbudnem delovnem okolju, produktivnejši in ustvarjalnejši, redkeje zbolijo in odhajajo v bolniški stalež ter so tudi zvesti delodajalcu.

## 8 ZAKLJUČEK

V času velikih potreb po električni energiji in nemoteni oskrbi z njo je tudi zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu postalo izziv za vse vključene deležnike (delodajalce, delojemalce). Zato je pomembno, da so vsi delovni postopki pri zagotavljanju električne energije natančno določeni in zapisani. Pravice in dolžnosti delodajalcev in delavcev v zvezi z varnostjo in zdravju pri delu so podrobneje določeni v Zakonu o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1) ter v drugih pripadajočih predpisih in smernicah. Slovenija je ob vstopu v EU v svojo zakonodajo vnesla tudi evropske direktive o varnosti in zdravju pri delu, aktivno pa se je začelo vpeljevati novo metodo dela pod napetostjo.

V diplomskem delu smo obravnavali vzdrževanje razdelilnih transformatorskih postaj z vidika upoštevanja pravil varnosti in zdravja pri delu. Ugotovili smo, da je ključnega pomena za zagotavljanje varnosti in zdravja delavca ustrezna osebna varovalna oprema, priprava in izvedba del pa morata biti točno določena v dokumentih za varno delo. Pred začetkom dela se mesto dela mora zavarovati z uporabo petih varnostnih pravil, ki jih je treba izvesti po točno določenem vrstnem redu.

V diplomskem delu smo obravnavali še področje dela pod napetostjo, tudi z vidika zgodovinskega razvoja področja. Ugotovili smo, da izvajanje dela pod napetostjo zahteva nenehno potrjevanje kompetentnosti procesa, osebja in opreme za izvajanje dela pod napetostjo, saj le dosledno upoštevanje zakonitosti varstva in zdravja pri delu ter izvajanje dela po predpisanih korakih zagotavlja varno delovno okolje in zdrave ter zadovoljne delavce. Na primeru zategovanja spojev v razdelilni omari v RTP smo prikazali potek dela pod napetostjo po korakih.

Navkljub točno določeni zakonodaji in postopkom varstva in zdravja pri delu pa nemalokrat prihaja do nezgod pri delu. Ugotavljamo, da so številne varnostne strategije podjetij oblikovane šele takrat, ko se nesreča že pripeti ali pa temeljijo na pomanjkljivih ocenah varnosti tveganj. Zavedati se moramo, da je ključni dejavnik vseh del človek, ki je lahko obremenjen do določene mere. Varnost na delovnem mestu mora zato biti vedno na prvem mestu.

## 9 LITERATURA IN VIRI

Böhm, L. (2015). *Visoka obletnica slovenske stroke varnosti in zdravja pri delu*. Pridobljeno 16. 3. 2020 z naslova <https://zssszaupnikvzd.si/wp-content/uploads/2017/09/10-Pomembna-obletnica-v-stroki-varnosti-in-zdravja-pri-delu.pdf>.

DEMETRA Lean Way, d. o. o. (2019). *Kako preprečiti nezgode pri delu*. Pridobljeno 18. 3. 2020 z naslova <https://demetra-leanway.com/kako-prepreciti-nezgode-pri-delu/>.

ELES, d. o. o., (b. l.). *Osnovni podatki*. Pridobljeno 18. 3. 2020 z naslova <https://www.eles.si/osnovni-podatki>.

ELES, d. o. o., (2019). *Varnostna pravila za delo v/na elektroenergetskih objektih in postrojih*. Kraj: Ljubljana

Lovrenčič, V., Ogrizek, P., Lušin, M. (2017). *Izkušnje izvajanja dela pod napetostjo pri preventivnem vzdrževanju razdelilnih transformatorskih postaj v Sloveniji in svetovni trendi*. Pridobljeno 23. 3. 2020 z naslova [https://www.cigre-cired.si/wp-content/uploads/2018/05/B3-09\\_2392.pdf](https://www.cigre-cired.si/wp-content/uploads/2018/05/B3-09_2392.pdf)

Lovrenčič, V. (2018). *Učinki dela pod napetostjo kot metode vzdrževanja električnih inštalacij*. Pridobljeno 6. 7. 2019 z naslova <https://dk.um.si/Dokument.php?id=123439>.

Lovrenčič, V., Ribič, P., Maruša, R., Ferlič, R. (2019). *Zagotavljanje varnega dela v bližini delov pod napetostjo na visokonapetostnih dvosistemskih prenosnih daljnovodih*. Pridobljeno 12. 9. 2019 z naslova [http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2019/06/referat\\_B2-09.pdf](http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2019/06/referat_B2-09.pdf).

Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti, Inšpektorat Republike Slovenije za delo IRSD (2019). *Poročilo o delu Inšpektorata RS za delo za leto 2018*. Pridobljeno 5. 3. 2020 z naslova <https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/IRSD/73bcef96d4/Porocilo-o-delu-IRSD-za-leto-2018.pdf>.

Nacionalni inštitut za javno zdravje NIJZ (2020). *Zdravstveni statistični letopis Slovenije 2018*. Pridobljeno 16. 3. 2020 z naslova [https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/publikacije/letopisi/2018/2.5.1\\_pp\\_d\\_2018.pdf](https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/publikacije/letopisi/2018/2.5.1_pp_d_2018.pdf).

Nacionalni inštitut za javno zdravje NIJZ (2019). *Zdravstveni statistični letopis Slovenije 2017*. Pridobljeno 16. 3. 2020 z naslova [https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/publikacije/letopisi/2017/2.5.1\\_ppd\\_2017.pdf](https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/publikacije/letopisi/2017/2.5.1_ppd_2017.pdf)

Pešak Mikec, B. (2018). *Razvoj obrtniškega zdravoslovja in odvrčanja nezdod*. Pridobljeno 17. 3. 2020 z naslova [http://www.zvd.si/media/medialibrary/2018/05/Zavod\\_za\\_varstvo\\_pri\\_delu\\_RDV\\_1\\_2017\\_Razvoj\\_obrtniskega\\_zdravoslovja\\_in\\_odvra%C4%8Danja\\_nezdod.pdf](http://www.zvd.si/media/medialibrary/2018/05/Zavod_za_varstvo_pri_delu_RDV_1_2017_Razvoj_obrtniskega_zdravoslovja_in_odvra%C4%8Danja_nezdod.pdf)

*Pogoji za izvajanje del pod napetostjo – delovni postopki na nizki napetosti, PID – NN (2. izdaja)*. (2011). Ljubljana: C & G, d. o. o.

*Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka* (Uradni list RS, št. 29/92, 56/99 – ZVZD in 43/11 – ZVZD-1). Pridobljeno 3. 2. 2020 z naslova <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV36>.

Razpet, A. (2001). *Elektroenergetski sistemi*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

*Splošni pogoji za izvajanje del pod napetostjo na nizki napetosti, SPID – NN (2. izdaja)*. (2011). Ljubljana: C & G, d. o. o.

*Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti, TOOO – NN (2. izdaja)*. (2011). Ljubljana: C & G, d. o. o.

Zakon o varnosti in zdravju pri delu ZVZD-1 (Uradni list RS, št. 43/11). Pridobljeno 3. 2. 2020 z naslova <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO5537>.

Zveza svobodnih sindikatov Slovenije ZSSS (2017). *Zgodovina varnosti in zdravja pri delu*. Pridobljeno 16. 3. 2020 z naslova <https://zssszaupnikvzd.si/zgodovina-vzd/zgodovina-vzd/>.