

# MJERE SIGURNOSTI ZA RAD NA NISKONAPONSKIM NADZEMNIM POSTROJENJIMA ELEKTROLIKE

---

Šporčić, Eni

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:142079>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-20**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Eni Šporčić

# **MJERE SIGURNOSTI ZA RAD NA NISKONAPONSKIM NADZEMNIM POSTROJENJIMA ELEKTROLIKE**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Eni Šporčić

**SAFETY MEASURES FOR WORK ON  
LOW VOLTAGE OVERHEAD POWER  
PLANTS OF ELEKTROLIKE**

FINAL PAPER

Karlovac, 2019

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Eni Šporčić

# **MJERE SIGURNOSTI ZA RAD NA NISKONAPONSKIM NADZEMNIM POSTROJENJIMA ELEKTROLIKE**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Zoran Vučinić struc.spec.oec.

Karlovac,2019



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**

Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510

Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu  
Karlovac, studeni 2019

**ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Studentica: Eni Šporčić

Naslov: Mjere sigurnosti za rad na niskonaponskim nadzemnim postrojenjima  
Elektrolike

Opis zadatka:

1. Uvod
2. Električna energija
3. Niskonaponska distribucijska mreža
4. Rad na visini
5. Rad na niskom naponu u beznaponskom stanju
6. Eksperimentalni dio
7. Zaštitna sredstva u električnim postrojenjima
8. Opasnost od električne energije na čovjeka
9. Zaključak

Zadatak zadan:

09/2019

Rok predaje rada:

11/2019

Predviđeni datum obrane:

12/2019

Mentor:

Zoran Vučinić struc.spec.oec.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

dr.sc. Nikola Trbojević, prof. v. š.

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem se mentoru Zoranu Vučiniću struc.spec.oec., koji mi je svojim stručnim savjetima, smjernicama, te velikoj potpori pomogao pri izradi ovog završnog rada.

Zahvaljujem se svim svojim profesorima Veleučilišta u Karlovcu na savladavanju gradiva iz različitih kolegija, shvaćanju osnovnih i temeljnih teorijskih i praktičnih znanja, koje će mi biti potrebno u budućem životu, te odabiru daljnjeg puta u studiranju.

Zahvaljujem se direktoru HEP–ODS Elektrolike Gospić, koji mi je srdačno ustupio dozvolu pisanja odabrane teme vezane za Elektroliku. Rukovoditelju i zaposlenicima terenske jedinice Otočac koji su mi omogućili stručnu literaturu, fotografiranje stvarnog mjesta rada i događaja, kako bih mogla uspješno obaviti zadatak pisanja svog završnog rada.

Na kraju predgovora zahvaljujem se svojoj obitelji koja mi je omogućila studiranje, te mi bila najveća i najiskrenija podrška tijekom ove tri godine. Veliko hvala ocu i majci, što su me usmjeravali na pravi životni put i učinili me ponosnom, jakom i samouvjerenom osobom.

Ovaj predgovor posvećujem njima u čast.

Hvala Vam!

## SAŽETAK

Električna energija predstavlja neizostavni segment modernog doba 21. stoljeća. Omogućuje čovjeku lakši svakodnevni život, ali uz mnoštvo prednosti koje nam pruža električna energija, postoje opasnosti i neželjeni utjecaji na ljude koji se bave električnom energijom kao proizvodnom energijom u objektima široke potrošnje ili koji je koriste za vlastite potrebe u kućanstvima. Završni rad sastoji se od cjelina u kojima sam posebnu pažnju posvetila mogućim izvorima opasnosti, te mjerama zaštite u radu na visini i radu na niskom naponu u beznaponskom stanju, osobnim zaštitnim sredstvima, važnosti procjene rizika, te smanjenju štetnih posljedica od utjecaja električne energije.

Kroz ovaj rad želim prikazati važnost ispravnog načina obavljanja zadataka, kako bi se smanjile ili otklonile nesreće i ozljede na radu s kojima se susreću radnici u distribuciji niskonaponske mreže.

**Ključne riječi:** električna energija, distribucija, opasnost, rizik, sigurnost, rad na visini, posljedice

## SUMMARY

Electricity represents an indispensable segment of modern times in the 21st century. It makes our daily life a lot easier, but besides its many advantages, there are also dangerous hazards and adverse effects on people who work with it in industrial facilities as well as those who use it in a domestic environment. This thesis consists of chapters that deal to a great extent with the potential hazard sources and safety measures in a work at height and different activities at low voltages in a potential free state, personal protection equipment, the necessity of the risk control and the reduction of harmful effects of the electrical energy.

Within this thesis, I want to emphasize the importance of the correct ways of task handling in order to reduce or eliminate accidents and injuries of workers employed in a low voltage distribution network.

**Keywords:** electricity, distribution, hazard, risk, safety, work at height, consequences

## SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA .....	I
PREDGOVOR .....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1. Predmet i cilj rada.....	1
1.2. Izvor podataka i metode prikupljanja.....	1
<b>2. ELEKTRIČNA ENERGIJA.....</b>	<b>2</b>
2.1. Elektrodistribucijsko postrojenje HEP – ODS Elektrolika Gospić.....	3
2.1.1. Organizacija rada i postrojenja Elektrolike .....	3
2.1.2. Sigurnost u radnom okruženju Elektrolike.....	5
<b>3. NISKONAPONSKA DISTRIBUCIJSKA MREŽA .....</b>	<b>8</b>
<b>4. RAD NA VISINI .....</b>	<b>12</b>
4.1. Obuka radnika za rad na visini .....	13
4.2. Opasnosti i primjena zaštite za sprječavanje pada s visine .....	15
4.2.1. Zaštitna oprema i naprave za rad na drvenim stupovima .....	16
4.2.2. Zaštitna oprema i opasnosti pri radu s hidrauličkom platformom.....	19
<b>5. RAD NA NISKOM NAPONU U BEZNAPONSKOM STANJU .....</b>	<b>21</b>
5.1. Pravila za siguran rad u postrojenjima distribucije električne energije.....	22
5.2. Zone opasnosti u električnim postrojenjima .....	27
<b>6. EKSPERIMENTALNI DIO.....</b>	<b>29</b>
<b>7. ZAŠTITNA SREDSTVA U ELEKTRIČNIM POSTROJENJIMA.....</b>	<b>31</b>
7.1. Zaštitna elektroizolacijska kaciga .....	31
7.2. Zaštitna radna kapa.....	32
7.3. Zaštitno radno odijelo .....	33
7.4. Zaštitne cipele .....	34
7.4.1. Zaštitna elektroizolacijska obuća.....	34
7.5. Zaštitne izolacijske rukavice za električare .....	36
<b>8. OPASNOST OD ELEKTRIČNE ENERGIJE NA ČOVJEKA.....</b>	<b>37</b>
8.1. Pružanje prve pomoći od udara električne energije .....	40
<b>9. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>42</b>
LITERATURA.....	43
POPIS SLIKA.....	44
POPIS TABLICA.....	45



## **1. UVOD**

Tema ovog završnog rada je mjere sigurnosti za rad na niskonaponskim nadzemnim postrojenjima Elektrolike. Temu ovog rada odabrala sam u skladu sa upoznatim i stečenim znanjem iz tvrtke u kojoj sam obavljala stručnu praksu. Stručnu praksu obavljala sam u HEP-ODS Elektrolika Gospić, koja se nalazi u Lipovskoj 31 u Gospiću.

### **1.1. Predmet i cilj rada**

Predmet i cilj rada je prikazati radno okruženje i organizaciju sustava opskrbe električnom energijom. Prikazati provedene mjere zaštite na radu, opažanje mogućih izvora opasnosti, koja se osobna zaštitna sredstva koriste u radu, te kako se osigurava mjesto rada radi zaštite zdravlja i sigurnosti radnika. Pojasniti procjenu rizika utvrđenim pravilnicima o radovima na niskom naponu u beznaponskom stanju, te štetne posljedice za sigurnost i zdravlje radnika pri radu s električnom energijom. Prikazati važnost kvalitetne opreme za rad na visini, stručnog usavršavanja i osposobljavanja radnika za rad na siguran način, kojim se sprječavaju ozljede i nezgode na radu.

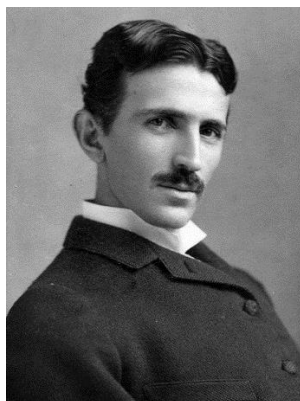
### **1.2. Izvor podataka i metode prikupljanja**

Završni rad sastoji se od dva dijela, teorijskog i eksperimentalnog. Korišteni su različiti izvori i metode prikupljanja podataka, od stručnih knjiga, internet stranica, do izlaska na teren sa radnicima uz pratnju poslovođe. Kako bi mogla doći u stvarni doticaj sa poslovima inženjera sigurnosti i zaštite na radu.

## 2. ELEKTRIČNA ENERGIJA

Električna energija je za današnji moderni život neizostavni i nezamislivi segment kod obavljanja svakodnevnih obveza, bilo da se radi o poslovima u kućanstvu, u kojima se koriste razni aparati, uređaji, informatička oprema i slično, koji omogućavaju čovjeku bolji, lakši i organiziraniji život. Električna energija koristi se za javnu rasvjetu u osvijetljavanju ulica, gradova, cesta, parkova, znamenitosti te mnogih drugih kulturnih dobara kojima smo bogati. Koristi se u javnim objektima, te postrojenjima velike potrošnje kao što su poljoprivredna gospodarstva i obrti, razne industrije (elektroindustrija, prehrambena, tekstilna, naftna, kemijska, metaloprerađivačka, drvoprerađivačka industrija, graditeljstvo, brodogradnja i trgovina).

Nedaleko od Gospića, u mjestu Smiljan 10. srpnja 1856. godine rođen je jedan od najpoznatijih svjetskih znanstvenika i izumitelja bez kojeg današnji svijet ne bi mogao funkcionirati. Taj poznati borac za čovječanstvo i napredak je Nikola Tesla. (slika 1.) Zahvaljujući njemu postoje sve tehničke naprave koje danas koristimo. Njegovim otkrićem izmjenične struje, te mnogih drugih patenata temelj su uporabe električne energije, prijenosa, te sve današnje industrije. Nikola Tesla bio je pokretač suvremeniteta, koji je promijenio svijet dajući mu svijetlost i energiju.



Slika 1. Nikola Tesla

Izvor: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Nikola\\_Tesla#/media/Datoteka:Tesla\\_circa\\_1890.jpeg](https://hr.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla#/media/Datoteka:Tesla_circa_1890.jpeg)

## 2.1. Elektrodistribucijsko postrojenje HEP – ODS Elektrolika Gospić

HEP – ODS Elektrolika Gospić ima veliku ulogu u životima stanovnika Ličko-senjske županije. (slika 2.) Omogućuje stanovnicima opskrbu električne energije u kućanstvima i javnoj rasvjeti, a temeljne djelatnosti distribucijskog područja su razdioba električne energije preuzete iz prijenosne mreže, mjerenja i obračuni isporučene električne energije, održavanje i vođenje pogona, priključenje novih korisnika na mrežu, razvoj i izgradnju distribucijske mreže, te sigurna i pouzdana opskrba kupaca. HEP – ODS na području Ličko – senjske županije broji oko 250 zaposlenika, a električnom energijom opskrbljuje 45902 kupca. Elektrolika Gospić raspolaže s 5648 kilometara mreža svih naponskih raspona i priključaka, te 1100 trafostanica.



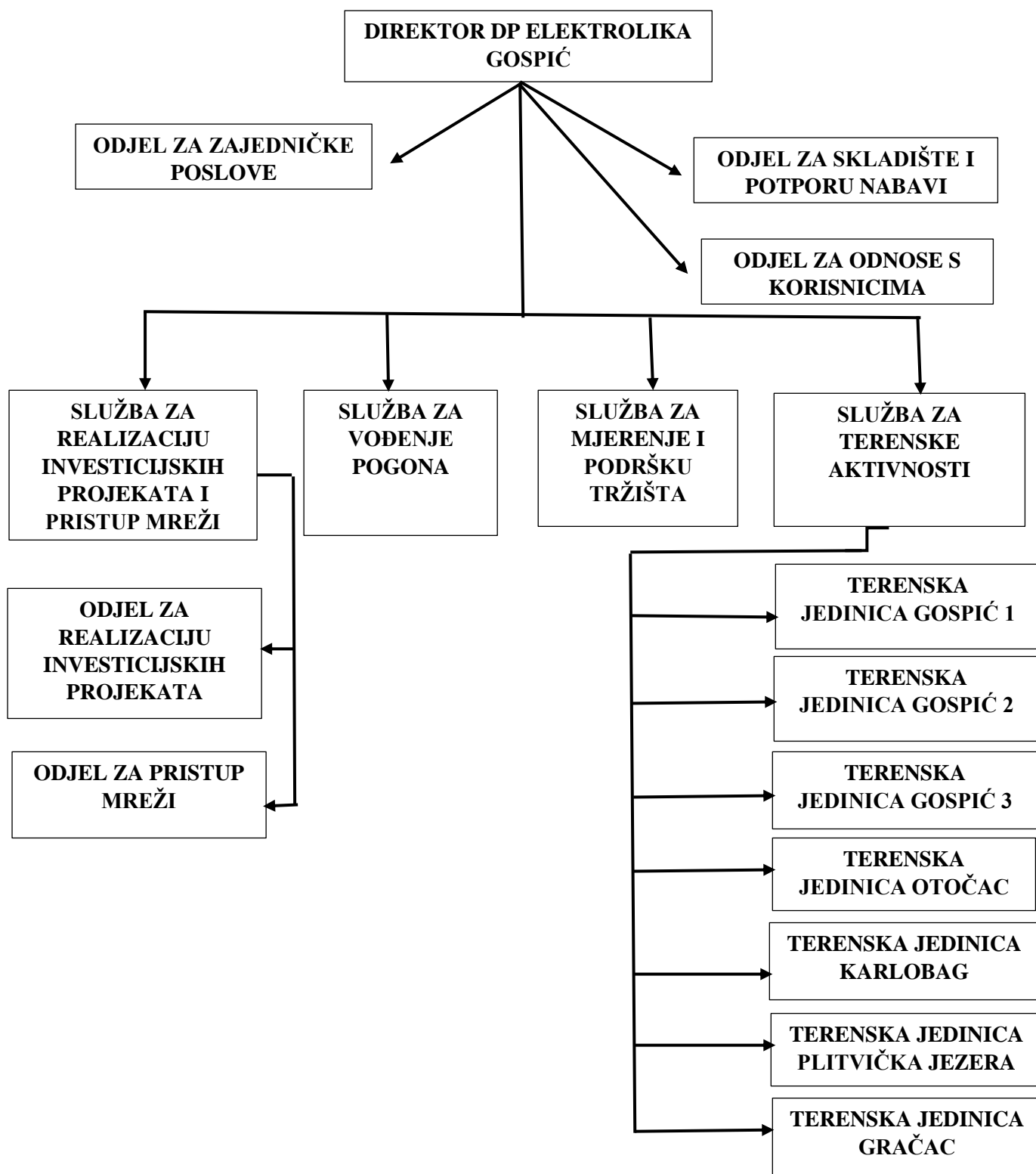
Slika 2. Elektrolika Gospić

Izvor: <http://cdn.likaclub.eu/wp-content/uploads/2018/07/hep-naslovna-obavijesti-730x480.png>

### 2.1.1. Organizacija rada i postrojenja Elektrolike

Distribucijsko područje organizirano je prema službama, odjelima i terenskim jedinicama. Elektrolika se sastoji od tri terenske jedinice u sjedištu Gospić, te četiri terenske jedinice (Otočac, Karlobag, Plitvička Jezera, Gračac).

Na sljedećoj stranici prikazan je shematski prikaz Elektrolike, koja pobliže objašnjava cjelokupnu organizaciju postrojenja, njezinu strukturu odnosno hijerarhiju. (slika 3.)



Slika 3. Shematski prikaz Elektrolike Gospić [1]

### 2.1.2. Sigurnost u radnom okruženju Elektrolike

Prilikom stručne prakse koju sam obavljala u Elektrolici, uvidjela sam i stekla određeno znanje vezano za mjesto rada i okruženje tvrtke. Prvenstveno je bilo potrebno upoznati se s radnom okolinom i cijelim postrojenjem. Na temelju promatranja i opažanja mjesta rada uvidjela sam kako treba izgledati prostor u kojem zaposlenici obavljaju svoje određene zadatke, odnosno radove, na što inženjer sigurnosti i zaštite na radu mora usmjeriti posebnu pozornost.

Spoznala sam da, sigurnost na radnom mjestu ovisi prvenstveno o uvjetima i elementima radne okoline i prostora, o kojima treba voditi računa već kod projektiranja koji moraju biti izgrađeni u skladu sa zahtjevima i propisima, da mjesto rada mora biti prilagođeno radnom zadatku, kako bi se mogao obavljati siguran rad, te da na mjestima rada moraju biti uklonjeni nepotrebni predmeti kako bi se omogućilo sigurno kretanje u prostoru. Uočavam da se putevi i prolazi trebaju redovito održavati prohodnima kako bi se izbjegla pokliznuća i padovi koji mogu izazvati ozljede, te da prolazni putovi moraju biti vidljivo označeni.

Prilikom obilaska tvrtke, u prostorima gdje se kreću zaposlenici, uočavam važnost i svrhu vidljivo postavljenih oznaka i znakova koji omogućavaju sigurno kretanje u prostoru, budući da u radnoj okolini postoje različite opasnosti kao što su mehaničke i kemijske opasnosti, buka, vibracije, električna struja, opasnost od požara i eksplozija.



Slika 4. Oznake za sigurno kretanje u prostoru

Izvor: Osobno fotografiranje

Objekti u kojima se nalaze radionice Elektrolike za održavanje vozila, postoji čitav niz strojeva i alata koji predstavljaju neposrednu opasnost za zaposlenike, a kako bi se spriječile ozljede i nezgode na radu od prignječenja ili uklještenja dijelova tijela, padova predmeta, porezotina, odsijecanja i zahvaćanja uslijed rotacije, strojevi, uređaji i alati su osigurani zaštitnim napravama koji su napravljeni od čeličnih žičanih mreža, metalnih šipki, prozirnih plastičnih materijala, dok su neki strojevi odvojeni zaštitnim ogradama, zidom ili vratima, zbog smanjena intenziteta buke kao npr. Kompresorske stanice. Svaki stroj, uređaj i aparat, na vidljivom mjestu opremljen je uputama za korištenje, uputama za siguran rad i uputama u slučaju kvara, te posjeduju CE oznaku, kojom se potvrđuje ispravnost, te da su izrađeni u skladu sa temeljnim zahtjevima i normama. (slika 5.)

Osim zaštite zdravlja i sigurnosti radnika, nužno je probuditi svijest o zaštiti okoliša, stoga su radionice Elektrolike opremljene raznim spremnicima za otpad primjerice: spremnici otpadnih ulja, spremnici za odlaganje posuda koje sadrže boje i lakove, spremnici za odlaganje aluminijskih i metalnih žica, te raznih kablova. (slika 6.)



Slika 5. Prikaz strojeva sa uputama za siguran rad u autoradionici iz pogona Otočac

Izvor: Osobno fotografiranje



Slika 6. Spremnici za odlaganje opasnog i neopasnog otpada

Izvor: Osobno fotografiranje

### **3. NISKONAPONSKA DISTRIBUCIJSKA MREŽA**

Pojam distribucije definiramo kao postupak koji dolazi nakon proizvodnje i prijenosa električne energije. Distribucijska mreža nakon proizvodnje električne energije u elektranama i njenog prijenosa do distributivnih područja, omogućuje distribuciju električne energije do potrošača, odnosno gradovima, prigradskim područjima te selima. Jedna od glavnih karakteristika distribucijske mreže je da se prijenos snage odvija na manjoj udaljenosti.

Karakteristike niskonaponske distribucijske mreže nazivnog napona 0,4 (kV) su: [3]

- nazivni napon 420 (V)
- nazivna frekvencija 50 (Hz)
- nazivna struja 1000 (A)

Pri čemu su nazivni napon, frekvencija i nazivna struja vrijednosti kojima se označavaju električni uređaji, pribori, te vodiči.

- stupanj zaštite IP00
- standard

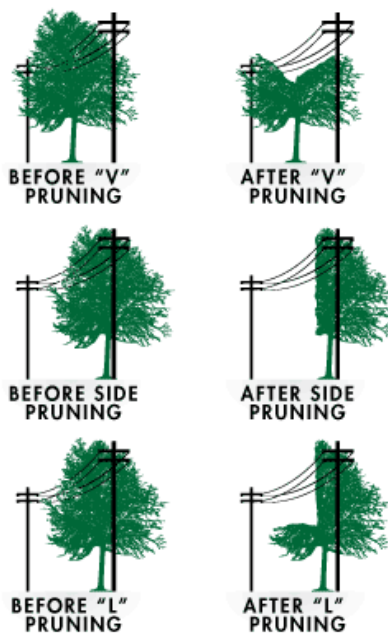


Prilikom izgradnje niskonaponske mreže, mora se voditi računa da samonosivi kabelski snop tijekom njihanja ne dodiruje nikakvu prepreku, te da se strogo poštuju minimalne vrijednosti udaljenosti i visine. Ukoliko kabelski snop prolazi kroz šumu, park ili voćnjak nužno je posjeći granje u radijusu od 1 metra, oko kabelskog snopa. (slika 7.)

Niskonaponska mreža s kabelskim snopom postavlja se na drvenim, betonskim i metalnim stupovima. Visina stupova mora biti takva da minimalna visina najniže točke kabelskog snopa od tla bude: [4]

- 4 m na mjestima nepristupačnim za vozila
- 5 m na mjestima pristupačnim za vozila (naseljena područja, polja i poljski putovi)
- 6 m uz prometnice, magistralnih, regionalnih i nekategoriziranih cesta

Stupovi na kojima se uz niskonaponski vod postavljaju telekomunikacijski kabeli iznimno je važno da se moraju postaviti ispod niskonaponskog voda, pri čemu okomiti razmak u glavi stupa ne smije biti manji od 0,6 metara.



Slika 7. Prikaz sječe granja prilikom prolaska nadzemnih vodova

Izvor: <https://www.bountifulutah.gov/Tree-Trimming-and-Vegetation-Management>

Prilikom montaže kablenskog snopa u naseljenim mjestima, moraju se poštovati arhitektonsko-urbanistički zahtjevi, te strogo uvažavati dozvoljene minimalne visine i udaljenosti. Budući da radovi na montaži niskonaponske mreže spada u rad na visini time iziskuje stroge mjere zaštite i uporabu osobne zaštitne opreme, radi mogućih opasnosti koje prijete radniku, koji obavlja poslove montaže i održavanja. Opširnije o radu na visini, opasnostima i prevenciji navodim u sljedećem poglavlju.

Osim opasnosti koje prijete radnicima pri obavljanju radova na niskonaponskoj distribucijskoj mreži, postoji opasnost od požara ispod nadzemnih elektroenergetskih vodova za okolinu, odnosno šume, polja i naseljena mjesta. Uređivanje pristupnog puta za nadzemne elektroenergetske vodove obavljaju se prema načelima šumske prakse, a zbog prevencije nastanka i širenja požara u razdoblju požarne sezone koja traje od 1. lipnja do 15. rujna, prema Pravilniku o zaštiti od požara ispod elektroenergetskih vodova, izvođači radova sa drvnom masom trebaju uhrpiti posječenu drvnu masu, najmanje 10 m od svih cesta.

#### **4. RAD NA VISINI**

Aktivnost koja pripada skupini najrizičnijih i najopasnijih poslova je rad na visini kojoj se mora pristupiti s povećanom pozornošću, odnosno rad na visini je aktivnost koja iziskuje veliku i posebnu pažnju, budući da se rad izvodi na visini većoj od 3 metra od tla, iznimno je važno da radnici ispunjavaju uvjete u pogledu dobi života, osposobljenosti za rad na visini, zdravstvenog stanja i psihičke sposobnosti.

Siguran način izvođenja radova na visini podrazumijevaju primjenu sustava uvježbanosti tehnika rada, osobnih zaštitnih sredstava, alata i opreme. Sigurni načini za izvođenje radova na visini podliježu strogim zahtjevima, kako bi se spriječila opasnost od pada radnika s mjesta rada, koja za posljedicu može imati lakše ili teže ozljede, a može uzrokovati i smrt. Zahtjevi obuhvaćaju provođenje procjene rizika, pravilan odabir plana izvođenja radova uključujući plan spašavanja, odabir odgovarajuće opreme i alata, te osobnih zaštitnih sredstava, za koje radnici moraju biti obučeni za rad, a oprema i alati redovno i propisno održavani.

Općenito u Hrvatskoj elektroprivredi, a samim tim i u Elektrolici rad na visini izvodi se svakodnevno, prilikom kvarova ili radova na održavanju, te prilikom montaže nadzemnih elektroenergetskih vodova.

Radom na visini, uz radove koji se provode sa stupa, odnosno u kojima se zaposlenici penju na stupove, smatra se rad iz auto-platforme, odnosno vozila koja su opremljena hidrauličkom platformom, koja sadrži košaru u kojoj zaposlenik obavlja posao. Međutim i kod rada iz košare ili platforme podignute hidrauličkim nosačem s vozila, postoji opasnost od pada, zato je vrlo važno vezanje u košari sigurnosnim pojasom i užetom.

Rad na visini spada u najrizičnije poslove koji se obavljaju u elektrodistribuciji, budući da se radovi odvijaju na terenu, važan je utjecaj atmosferskih prilika, primjerice ljetne visoke temperature, magla, vjetar, kiša, snijeg ili poledica, koji stvaraju otežane uvjete, a samim tim veću opasnost za zaposlenike.

#### **4.1. Obuka radnika za rad na visini**

Obuka za rad na visini sastoji se od općeg i posebnog dijela, kojem radnici pristupaju ovisno o svrsi. Općoj obuci pristupaju svi radnici koji povremeno dolaze u doticaj sa poslovima na visini, dok posebnu obuku polažu profesionalni radnici, koji svakodnevno obavljaju poslove na visini.

Za vrijeme obuke, radnik stječe određeno znanje da:

- prilikom rada na visini i općenito prilikom bilo kakvog rada i obavljanja zadataka na radnom mjestu, ne smije uzimati alkoholna pića ili druga sredstva ovisnosti
- prepoznati te na vrijeme uočiti opasnosti pri kojima postoji rizik od pada s visine, primjerice klizava površina, udar električne struje, otrovni i zagušujući plinovi
- pravilno korištenje zaštitne opreme (sigurnosni pojasevi, užad, naprave za spuštanje, spojni elementi itd.)
- sa razumijevanjem tumači plan evakuacije i spašavanja
- pravilno odabere točke za vezivanje užeta



Slika 8. Prikaz zaposlenika osposobljenog za rad na visini

Izvor: Osobno fotografiranje

## 4.2. Opasnosti i primjena zaštite za sprječavanje pada s visine

Primjenom pravilne i odgovarajuće zaštite od pada s visine, radnici smanjuju mogućnost od tragičnih posljedica ozljeda, koje mogu biti opasne po život ili mogu trajno onesposobiti čovjeka. Vrlo važnu ulogu u prevenciji pada s visine ima upućivanje radnika na moguće opasnosti kao što su :

- lom stupa ili nogara
- opasnost od pokliznuća
- izravan ili neizravan dodir dijelova pod naponom
- pad elektromontera sa stupa ili pad zajedno sa stupom
- nepravilnog osiguranja mjesta rada

Svrha primjene zaštite je spriječiti pad ili ukoliko dođe do pada, važno je ublažiti udarac i trzaj, zato prilikom svih vrsta radova na visini neophodna je i obvezna uporaba osnovnih zaštitnih sredstava kao što su:

- zaštitna izolacijska kaciga
- zaštitno radno odijelo
- zaštitne kožne rukavice
- niske/visoke radne cipele s čeličnom kapicom
- sigurnosni pojasevi
- užad
- spojni elementi (alke, kopče, karabineri)

#### 4.2.1. Zaštitna oprema i naprave za rad na drvenim stupovima

Poznato je da osim betonskih i metalnih stupova za postavljanje elektroenergetskih vodova, koriste se drveni stupovi.

Radovi nadzemnih mreža na drvenim stupovima moraju se obavljati prema načinima sigurnog rada, te prema određenim zahtjevima i uvjetima, dok zaposlenici moraju biti stručno osposobljeni, stariji od 18 godina, te da ispunjavaju uvjete za poslove s posebnim uvjetima rada.

Prilikom radova na drvenim stupovima, koristi se zaštitna oprema i naprave, koje omogućavaju stabilnost i sigurnost radnika, a to su:

- naprava za sidrenje stupa
- penjalice
- sigurnosni pojas
- uža za dohvat alata i materijala
- kolotura s dubokim utorom
- mreža ili hvataljka za spuštanje unesrećenog



Slika 9. Prikaz penjalica i njihove uporabe na drvenim stupovima

Izvor: <https://www.comterra.eu/hr/20/zastitna-sigurnosna-oprema-emj/50/emj-penjalice-za-drvene-stupove/>



Neposredno prije početka rada, zaposlenik mora utvrditi u kakvom je stanju stup na kojem mora obaviti posao, a provjeru postiže primjenom svrdla ili udaranjem čekića po stupu. Stup koji je ispravan daje čist i zvonak zvuk. Također prije penjanja, zaposlenik mora utvrditi ispravnost zaštitnih sredstava i opreme koju će koristiti, a potom zakopčati i pritegnuti radno odijelo, da ne bi došlo do zahvaćanja ili zapinjanja o predmete, te očistiti cipele od vlage i blata, kako bi se spriječilo pokliznuće.

Stup prije penjanja potrebno je učvrstiti napravom za sidrenje ili tronožnim stalkom, a penjanje po stupu omogućuju penjalice.

Penjalice moraju sadržavati vidljive oznake:

- PDS (penjalice za drvene stupove)
- raspon luka u milimetrima
- oznaku norme
- datum proizvodnje
- naziv proizvođača

Tablica 1. Veličina penjalica prema promjeru drvenih stupova za nadzemne vodove, dimenzije u mm [6]

<b>RASPON LUKA (l) PENJALICE</b>	<b>VISINA LUKA (h) PENJALICE</b>	<b>PROMJER DRVENOG STUPA ZA NADZEMNE VODOVE</b>
200	120	do 180
260	130	150 do 240
300	140	210 do 280

Osim penjalica, upotrebljava se sigurnosni pojas za sprječavanje pada i zaštitu radnika pri radu na visini. Postoje dva tipa sigurnosnog pojasa:

- A tip – za vatrogasnu službu
- B tip – za ostale radove uključujući radove na nadzemnim mrežama

Sigurnosni pojas tip „B“ koristi se u elektroprivrednoj djelatnosti, a sastoji se od prihvatnog užeta sa ili bez regulatora, odnosno karabinera koji omogućuje regulaciju duljine prihvatnog užeta, široki ergonomski štitnik za leđa, alke za pričvršćivanje užadi i torbice za alat. (slika 10.)

Na unutarnjoj strani sigurnosnog pojasa moraju biti istaknuti podaci o:

- nazivu proizvođača
- godini proizvodnje
- veličini pojasa
- tipu pojasa
- oznaci norme

Tijekom rada, radnik mora biti vezan za konstrukciju stupa sigurnosnim pojasom, uz naznaku da mora paziti da zaštitno uže ne prebacuje preko oštrih ivica. Najvažnije je da prilikom penjanja radnik pravilno osigura mjesto rada, prema određenim zahtjevima.



Slika 10. Prikaz sigurnosnog pojasa i opasača za pozicioniranje

Izvor: <https://albo.biz/product/p-70/> , <https://albo.biz/product/pb-10/>

#### 4.2.2. Zaštitna oprema i opasnosti pri radu s hidrauličkom platformom

Radnik koji upravlja vozilom sa hidrauličkom platformom, odnosno košarom, mora biti osposobljen i ovlašten za korištenje, imati položen ispit za rad s hidrauličkom platformom, te posjedovati ispravu o sposobnosti za rad na visini.

Vozila s hidrauličkom platformom (košarom), opremljena su električnim i mehaničkim zaštitnim napravama, kojima se osigurava sigurnost radnika uslijed nepravilnog rukovanja. Kod takvih vozila upravlja se iz košare u kojoj radnik mora biti vezan užetom sigurnosnog pojasa. (slika 11.) Prilikom uporabe, radnici se moraju pridržavati uputa proizvođača o položajima platforme, duljine krakova, dopuštenim težinama.

Pri korištenju vozila moguće su opasnosti :

- od prevrtanja vozila ukoliko nije stabilizirano na radnom mjestu
- od prometne nezgode, ako vozilo nije ispravno parkirano
- od ispadanja radnika iz košare hidrauličke platforme
- od padova, ako radnik obavlja posao iz drugih dijelova hidrauličke platforme
- od povreda prilikom spuštanja



Slika 11. Prikaz hidraulične auto-platforme s košarom

Izvor: Osobno fotografiranje



Slika 12. Pravilno rukovanje i vezanje zaposlenika sigurnosnim užetom u košari auto-platforme

Izvor: Osobno fotografiranje



Slika 13. Prikaz popravka električne instalacije u beznaponskom stanju na javnoj rasvjeti

Izvor: Osobno fotografiranje

## 5. RAD NA NISKOM NAPONU U BEZNAPONSKOM STANJU

Izvođenje radova obavlja se na siguran način ukoliko se poduzmu mjere zaštite za sprječavanje svih vrsta opasnosti, odnosno osiguranjem mjesta rada prekidanjem napona iz električnih postrojenja ili distributivnih mreža. Mjere zaštite u radu na niskom naponu u beznaponskom stanju, imaju privremeni karakter, zato što se provode povremeno u slučaju radova na distributivnim mrežama, a nakon završetka se uklanjaju kako bi se mreže ponovno stavile u pogon.

Zaštitne mjere za osiguranje mjesta rada, poznate su pod nazivom pet zlatnih pravila, odnosno pet pravila sigurnosti u distribucijskim postrojenjima koja sadrže:

1. potpuno isključenje i odvajanje od napona
2. sprječavanje ponovnog uključanja
3. utvrđivanje beznaponskog stanja
4. uzemljenje i kratko spajanje
5. ograđivanje mjesta rada od dijelova pod naponom

Zaštitne mjere primjenjuju se navedenim slijedom, a vrlo je važno da zaštitne mjere moraju biti provedene prije početka rada, a uklanjaju se tek nakon završetka.

Dodatne mjere zaštite uz pet pravila sigurnosti su:

- korištenje osobnih zaštitnih sredstava
- korištenje alata i instrumenata za rad
- korištenje dodatne zaštitne opreme kao što su naprave za uzemljenje i kratko spajanje i drugi
- razumijevati razna tekstualna i slikovna označavanja i upozorenja

## 5.1. Pravila za siguran rad u postrojenjima distribucije električne energije

- Prvo pravilo: isključivanje i odvajanje od napona

Prije početka izvođenja radova, obavezno se isključuje napon od svih mogućih izvora, dok se isključenje ostvaruje prekidačem, sklopkom ili sklopnikom, u manjim niskonaponskim mrežama isključenje je moguće vađenjem osigurača. Odvajanje od napona izvodi se pomoću rastavljača, rastavnom sklopkom, vađenjem uložka osigurača, izvlačenjem prekidača elektroenergetskog postrojenja, te odspajanjem vodiča.

- Drugo pravilo: sprječavanje ponovnog uključenja

Kako ne bi došlo do pojave napona na mjestu rada, odnosno ponovnog slučajnog, nehotičnog ili samo djelujućeg uključenja obvezno je poduzeti radnje kao što su:

- isključenje daljinskog upravljanja sa komandnim sklopkama ploče ili ormarića
- isključenje pomoćnog napona
- blokiranje automatskog uključenja (rasvjeta i slično)
- pražnjenje zraka iz isključene instalacije zraka
- pražnjenje akumulirane energije u pogonskim mehanizmima
- postavljanje znakova zabrane uključenja i upozorenja koje moraju biti lako uočljive i ne smiju slučajno pasti s mjesta postavljanja
- uklanjanje poluga i ručica za rukovanje
- vađenje uložaka osigurača
- ostalo prema potrebi

- Treće pravilo: utvrđivanje beznaponskog stanja

Prije uzemljenja i kratkog spajanja isključenog dijela na kojem se izvode radovi, nužno je utvrditi beznaponsko stanje svih vodiča. Beznaponsko stanje utvrđuje radnik koji je osposobljen i kvalificiran za obavljanje takvih poslova. Beznaponsko stanje utvrđuje se:

- indikatorom napona i električnog polja
- mjernim instrumentom (voltmetar), te nabacivačkim užetom

- Četvrto pravilo: uzemljenje i kratko spajanje

Kako ne bi došlo do pojave opasnog napona na mjestu rada, uzemljenje i kratko spajanje izvodi se pomoću:

- rastavljača s noževima za uzemljenje i kratko spajanje
- brzog zemljospojnika
- prekidača za uzemljenje
- prijenosnih naprava

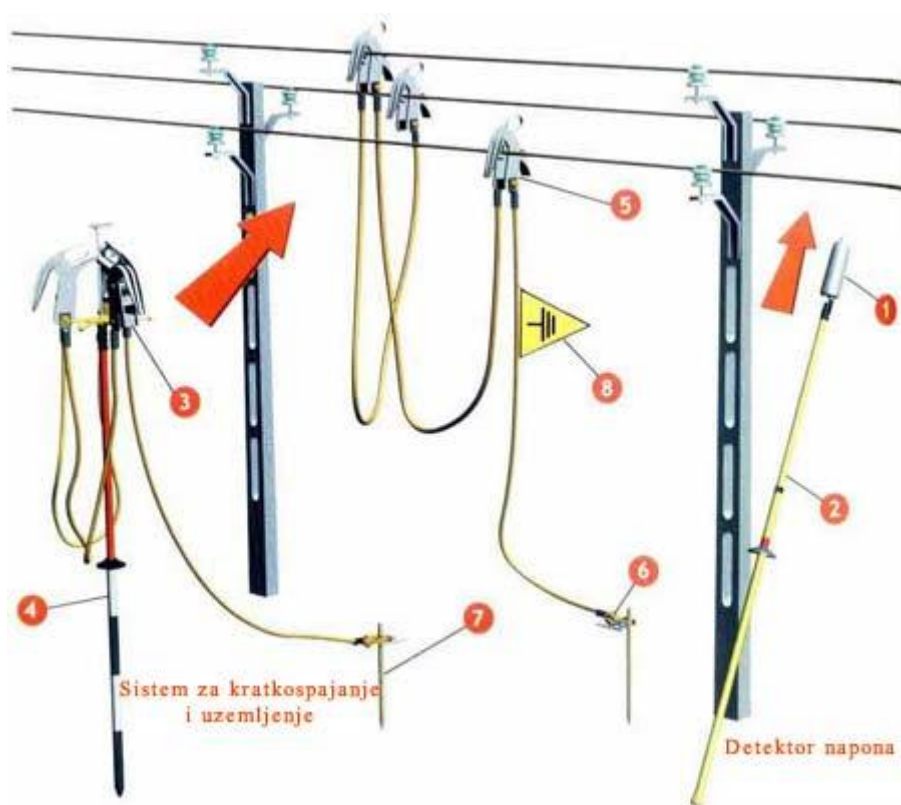


Slika 14. Naprava za uzemljenje i kratko spajanje

Izvor: <https://elmas.rs/wp-content/uploads/2017/08/PIMT-f.jpg>

Naprave za uzemljenje i kratko spajanje postavljaju se tako da se najprije spajaju na uzemljenje, a zatim nakon toga izolacijskom motkom prebacuju se na dio postrojenja koji uzemljujemo. (slika 15.) [7]

Postupak skidanja naprava obavlja se obrnutim slijedom.



Slika 15. Redoslijed postavljanja naprava za uzemljenje i kratko spajanje

Izvor: <http://www.catu.co.rs/primprim.htm>



- Peto pravilo: ograđivanje mjesta rada od dijelova pod naponom

Kada u blizini mjesta rada prijete opasnosti od izravnog dodira ili opasnog približavanja potrebno je ograditi mjesto rada pomoću:

- izolacijskih ploča
- zaštitnih izolacijskih pregrada
- izolacijskih navlaka primjerice harmonika
- prepreka psiholoških učinaka kao što su mreže, letvice i slično

Također je vrlo bitno označiti pločicama upozorenja, sve susjedne dijelove koji su pod naponom, zbog osiguranja zone kretanja. Pločice upozorenja moraju biti okrenute prema mjestu rada. (slika 16.)



Slika 16. Primjeri pločica upozorenja

Izvori: <https://preventa.hr/ispitivanje-elektricnih-instalacija.html>,  
<https://www.czs.hr/hr/master-cs-za->, <https://www.incognito.hr/elektricna-struja/239-oprez-ne-ukapcraj.html>



## 5.2. Zone opasnosti u električnim postrojenjima

Sigurnost života i zdravlja, te rad i boravak u električnim postrojenjima ovisi o pravilnom ponašanju zaposlenika, budući da osim opasnosti od električne energije postoje mnoge druge opasnosti, a isto tako i mnogi drugi načini ozljeđivanja, zato je veoma važno i obvezno nošenje osobnih zaštitnih sredstava.

Rad i kretanje u električnim postrojenjima podijeljen je u tri zone, s obzirom na stupanj opasnosti:

- I. zona – zona slobodnog kretanja
- II. zona – zona približavanja
- III. zona – zona opasnosti

Zona slobodnog kretanja je zona koja se nalazi izvan prostora zone približavanja. Unutar zone slobodnog kretanja nisu potrebna posebna pravila koja određuju kretanje i obavljanje radova.

Zona približavanja je zona oko prostora rada pod naponom, te se zbog toga radovi moraju obavljati primjenom mjera zaštite, kako bi se spriječile opasnosti od prodora električne struje kroz tijelo čovjeka, te prodora njegovog alata u zonu pod naponom. Zona približavanja omeđena je graničnom udaljenošću koja se označava sa  $D_V$ .

Širine zone približavanja su:

- za napon do 1 (kV) – 0,5 m
- za napon od 1 do 110 (kV) – 1,0 m
- za napon od 110 do 380 (kV) – 2,0 m

Zona opasnosti je prostor oko dijelova pod naponom. U slučaju ulaska u taj prostor bez zaštitnih mjera ne osigurava se zaštita od električne opasnosti. Kod radova u zoni opasnosti obavezno je izdavanje radnog naloga, odnosno dopusnice za rad, koja se postavlja pisano od strane organizatora radova.

Rad u zoni opasnosti obavlja se ukoliko su ispunjeni uvjeti koji se odnose na radni postupak koji mora biti utvrđen i provjeren, moraju postojati interne upute za vrstu rada, odgovarajući izolacijski alat i zaštitna sredstva, a zaposlenici moraju biti stručno i praktično osposobljeni za rad pod naponom. Zona opasnosti ograničena je udaljenošću od vodiča koji je pod naponom, a označava se sa  $D_L$ .

Tablica 2. Granični razmaci zone opasnosti i zone približavanja [8]

NAZIVNI NAPON MREŽE $U_n$ (kV)	NAJVIŠI POGONSKI NAPON $U_m$ (kV)	GRANIČNI RAZMAK ZONE OPASNOSTI $D_L$ (mm)	GRANIČNI RAZMAK ZONE PRIBLIŽAVANJA $D_V$ (mm)
<1	1	bez dodira	500
6	7,2	120	1.120
10	12	150	1.150
20	24	220	1.220
35	38	320	1.320
110	123	1.150	2.100
220	245	2.300	4.100
380	420	3.400	5.400

## 6. EKSPERIMENTALNI DIO

Obilaskom Elektrolike u terenskoj jedinici Otočac, uz pratnju rukovoditelja, upoznala sam se s radnom okolinom, radnim uvjetima, strojevima i alatima, njihovo primjeni i zaštiti. Tijekom obilaska uočavam da se zaposlenici pridržavaju propisanih pravila zaštite na radu, što se tiče zaštitnih sredstava, opreme, pravilnog rukovanja, korištenja zaštitnih naprava, te da su zaposlenici upoznati s opasnostima na mjestima rada i educirani o sprječavanju istih.

Izvori opasnosti na strojevima i uređajima u autoradionici su posjekotine, odsijecanje, prignječenje, štetnosti koje su prisutne kao produkti obrade, primjerice u radu sa bušilicama stvaraju se strugotine i čestice prašine, dok u radu s brusilicama dolazi do stvaranja iskri i također čestica prašine, kod aparata za zavarivanje dolazi do opasnosti od UV i infracrvenog zračenja, te mnogi drugi strojevi i uređaji koji uz prednosti njihove primjene izazivaju štetne posljedice, a zaposlenici pri radu s takvim uređajima primjenjuju odgovarajuća zaštitna sredstva (zaštitne naočale, rukavice, zaštitne maske i sl.), te se pridržavaju uputa za pravilno rukovanje. Alati i pribori koji koriste zaposlenici za rad u elektrodistribucijskim postrojenjima Elektrolike izrađeni su u skladu s propisima, europskim i međunarodnim normama, a izrađeni su od materijala visoke električne otpornosti ili vodljivosti, te imaju upute proizvođača za korištenje i održavanje (izolirani alati i pribori, izolacijske ploče, platforme, navlake, prostirači i sl.). Zaposlenici redovno pregledavaju stanje izolacijske opreme, da nemaju oštećenja.

Pod izvorima opasnosti osim strojeva, primjećujem opasnost od ergonomskih rizika kao što su ponavljajuće kretnje, podizanje teških tereta, zamorni i bolni položaji, koji se sprječavaju primjenom kvalitetne opreme za rad na mjestima rada u kojima zaposlenici fizički obavljaju svoje zadatke ili u uredskim prostorijama, u kojima je također zastupljena opasnost od ergonomskih rizika.

Zaposlenici su svjesni važnosti izrade procjene rizika kojom se utvrđuje razina opasnosti u smislu nastanka ozljede na radu, profesionalnih bolesti, bolesti u vezi sa radom, poremećaji u procesu rada koji mogu izazvati štetne posljedice, zato zaposlenici obvezno sudjeluju zajedno sa njihovim predstavnicima, ovlaštenicima i stručnjacima zaštite na radu u izradi procjene rizika zbog njihove sigurnosti i zaštite zdravlja.

Prilikom obavijesti o kvaru na stupu mreža niskog napona u ulici u Otočcu, organizator rada odnosno poslovođa postrojenja terenske jedinice Otočac obavještava zaposlenike o kvaru koji se dogodio, određuje sudionike i rukovoditelju radova pravodobno dostavlja potrebnu dokumentaciju za provedbu. Rad na niskom naponu u beznaponskom stanju obavlja se na temelju propisanih isprava za rad. Isprave za rad su:

- Obavijest o kvaru
- Radni zadatak koji se izdaje usmeno
- Nalog za rad
- Dopusnica za isključenje i za rad
- Obavijest o isključenju putem medija (radio, službena internet stranica)
- Uključenje nakon završetka radova

Prilikom dolaska na mjesto kvara, voditelj radova ili brigadir daje usmeni nalog za početak radova nakon izvršenih upozorenja zaposlenika, provedbe primjene mjera zaštite i sigurnosti za sprječavanje opasnosti na radu. Nakon izvršenog popravka, rukovoditelj radova izdaje obavijest o završetku radova, izdavatelju, odnosno poslovođi dopusnice za rad i uključenje mreža niskog napona u naponskoj stupnoj trafostanici (do 250 kVA) ili kabela trafostanica (do 630 kVA)

## 7. ZAŠTITNA SREDSTVA U ELEKTRIČNIM POSTROJENJIMA

### 7.1. Zaštitna elektroizolacijska kaciga

U svim električnim postrojenjima Hrvatske elektroprivrede koristi se elektroizolacijska kaciga. Elektroizolacijsku kacigu koriste električari kod poslova održavanja, montaže, popravaka električnih instalacija, ispitivanja i nadzora, pri radu s hidrauličkom platformom. Elektroizolacijska kaciga predstavlja obvezno zaštitno sredstvo, a osim osnovne svrhe da štiti glavu radnika tijekom rada od pada predmeta, udara glavom u predmete, služi i kao zaštita od dodirnog napona električne energije do 1000 V. [2] Elektroizolacijska kaciga izrađena je u skladu sa elektroizolacijskim svojstvima, a školjka kacige izrađena je od negorivog materijala, a na kacigi ne smije biti otvora, čak ni za prozračivanje. (slika 17.)



Slika 17. Elektroizolacijska kaciga

Izvor: <https://www.njuskalo.hr/radne-kacige/konfeks-elektroizolacijska-kaciga-oglas-29286432>

## 7.2. Zaštitna radna kapa

Osim kacige u elektroprivredi koristi se zaštitna radna kapa, koja štiti zaposlenika od raznih nečistoća, visokih temperatura ljeti i niskih temperatura zimi, odnosno od hladnoće, također štiti zaposlenika od zapinjanja kose u rotirajuće dijelove strojeva. Zaštitne kape zaposlenici koriste prilikom montažnih djelatnosti u postrojenju, unutarnjeg transporta i slično. (slika 18.) Kod zaštitnih radnih kapa veoma je bitno da su prozračne i ugodne za nošenje, te pogodne za redovito pranje. Veličina zaštitne radne kape označava se u centimetrima, i mora biti izrađena prema Hrvatskoj normi.



Slika 18. Zimska i ljetna zaštitna radna kapa

Izvor: osobno fotografiranje



### 7.3. Zaštitno radno odijelo

Zaštitna radna odijela koja se upotrebljavaju u Hrvatskoj elektroprivredi propisana su internim normama kakav mora biti izgled i od kojeg materijala radno odijelo treba biti napravljeno. Sastav radnog odijela je od pamučnog platna ili pamuka i sintetike. Odijelo može biti u dva dijela kao hlače i bluza ili u jednom dijelu kao kombinezon. (slika 19.) U zimskom razdoblju predviđene su zimske jakne i prsluci, dok je radno odijelo izrađeno sa vatiranim uloškom s unutrašnje strane odijela. Zaštitno radno odijelo, te ostalu zaštitnu odjeću koriste svi zaposlenici elektroprivrede za zaštitu od nečistoća, prašine i hladnoće. Zaposlenici koji obavljaju radove na prometnicama, moraju biti lako uočljivi kako ne bi stradali, zbog toga koriste reflektirajuće prsluke ili na odjeći imaju reflektirajuće trake koje su široke najmanje 30 cm.



Slika 19. Prikaz kombinezona, bluze i zimske jakne s reflektirajućim trakama

Izvor: osobno fotografiranje

## 7.4. Zaštitne cipele

U Hrvatskoj elektroprivredi zaštitne cipele moraju odgovarati internoj normi, a osim što štite noge zaposlenika od mehaničkih oštećenja, klizanja i hladnoće, moraju imati posebna svojstva, primjerice čeličnu kapicu za otpornost na udarce, otpornost na ulje i kemikalije, antistatičnost zbog hodanja po trasama nadzemnih vodova. Zaštitne cipele izrađuju se u dva modela kao visoke zaštitne cipele i kao niske. (slika 20.) Vrlo je važna udobnost i prozračnost zaštitnih cipela, zbog dugotrajnog rada u stojećem položaju, te hodanja.



Slika 20. Niska i visoka zaštitna cipela

Izvor: <https://www.delecto.hr/proizvodi/radne-cipele/radne-visoke-cipele/nyord-ankle-s3-src-radne-cipele-1508/> Izvor: <https://www.delecto.hr/proizvodi/radne-cipele/radne-niske-cipele/strong-professional-pantera-s3-src-radne-cipele-302/>

### 7.4.1. Zaštitna elektroizolacijska obuća

Elektroizolacijska obuća koristi se samo kod nekih vrsta radova pod naponom, a njihovo svojstvo izrade ovisi o naponu. Elektroizolacijska obuća dolazi u dva oblika kao niska cipela ili čizma, koja je izrađena od potplata koji je ravan, a materijal je guma.

(slike 22. i 23.) Na elektroizolacijskoj obući postoji oznaka u obliku munje, i označena je crvenom bojom, a koristi međunarodnu IEC normu ili njemačku DIN VDE normu. [2]

Način održavanja ove obuće je iznimno važan, za čišćenje se upotrebljava samo sapun i voda, a nikako se ne smije čistiti naftnim derivatima.



Slika 21. Znak obvezne uporabe zaštitnih cipela za električare

Izvor: <https://znakovisigurnosti.eu/obavezna-upotreba-zastitnih-cipela-za-elektricare.html>



Slika 22. Gumene čizme za električare



Slika 23. Niska cipela za električare

Izvor: <https://mistral.hr/shop/gumene-cizme-za-profesionalnu-uporabu/elektro-2/>

Izvor: <https://mistral.hr/shop/cipele-za-osebne-namjene/dielectric/>

## 7.5. Zaštitne izolacijske rukavice za električare

Za zaštitu od električne energije prilikom radova održavanja, montaže, mjerenja na niskom naponu, rada pod naponom ili u blizini napona, te u slučaju spašavanja ljudi od udara električne energije koriste se gumene zaštitne rukavice. (slika 24.)

Izrada gumenih izolacijskih rukavica razlikuje se po debljini. Vrlo je važna ispravnost izolacijskih rukavica, koje ne smiju biti probušene, a provjera se vrši napuhivanjem ili posebnom pumpom. Zbog zaštite kod radova vađenja osigurača ili manipulacije izolacijskih motka upotrebljavaju se kožne zaštitne rukavice od velura.



Slika 24. Zaštitne gumene rukavice za elektromontere

Izvor: <https://www.makomtreid.com/elektroizolacione-rukavice/>

## 8. OPASNOST OD ELEKTRIČNE ENERGIJE NA ČOVJEKA

Tijelo čovjeka pri prolazu električne energije stvara otpor, na koji utječe vlažna i mokra koža, bilo da se radi o vodi ili o kiselinama i lužinama, debljina kože, te visina otpora, također i uvjeti okoliša utječu na kontakt električne energije sa čovjekom primjerice, mokri prostor, metalne plohe i uski prostori. Električna energija koja prolazi kroz tijelo čovjeka ovisi o visini napona i visini otpora tijela. Posljedice koje stvara električna energija prolazeći kroz tijelo ovisi o jačini struje, vremenu prolaska, te putu kojim je struja prošla kroz tijelo. Posljedice su teže, što je struja jača, a najopasniji slučaj u kojem struja prolazi kroz grudni koš i srce, a posljedice udara električne struje na čovjeka su:

- vanjske ili unutarnje opekotine
- grčenje mišića
- smetnje živčanog sustava
- razaranje krvne plazme
- treperenje srčanih mišića
- prestanak rada srca

Prilikom udara električne struje može nastupiti smrt, zbog manjka kisika u mozgu (prestanak disanja) ili prestanka rada srca.

Usljed prolaska struje kroz ljudski organizam, električna energija za vrijeme prolaska djeluje:

- mehanički – dolazi do grčenja i treperenja mišića, koje može izazvati oštećenje krvnih žila, čak i lomove kostiju
- biološki – dolazi do prestanka disanja, paralize mišićnog tkiva, krvotoka te živčanog sustava
- toplinski – tijelo se zagrijava do tolike mjere da izaziva teške unutarnje i vanjske opekotine
- kemijski – električna struja razara krvnu plazmu

U električnim postrojenjima, najveći i najgori neprijatelj je djelovanje električnog luka. Električni luk najčešće nastaje zbog kratkog spoja između vodiča koji su pod naponom, svojom velikom toplinom, tlačnim mehaničkim udarom, jakom svjetlošću izaziva iznimno teške ozljede, čak i smrt.

Na težinu ozljeda koje su nanijete udarom električne energije utječe jakost struje, a vrijednosti razina jakosti struje na organizam su: [8]

- 0,6 – 1,5 (mA) – Početak osjeta (lagano podrhtavanje prstiju)
- 2 – 3 (mA) – jako podrhtavanje prstiju
- 5 – 10 (mA) – grč šake
- 12 – 15 (mA) – intenzivni bolovi u prstima i ruci
- 20 – 25 (mA) – paraliza ruku (otežano disanje)
- 50 – 80 (mA) – paraliza disanja (početak treperenja srčanih klijetki)
- 80 – 100 (mA) – paraliza disanja i rada srca (dulje od 0,1 sekunde razaranje tkiva)



## 8.1. Pružanje prve pomoći od udara električne energije

Kod pružanja prve pomoći osobi ozlijeđenoj od udara električne struje najprije se mora odvojiti od utjecaja električne energije. Ozlijeđenu osobu ne smije se odvajati od vodiča električne energije golim rukama, već izolacijom gumenim rukavicama ili suhim kožnim rukavicama, komadom odjeće, stajanjem na izolacijskoj podlozi, upotrebom izolacijske motke. Nužno je prekinuti strujni krug pomoću izolacijskog materijala, primjerice drvenom drškom, kod vodova i kabela izoliranim kliještima prerezati vodove, kod trošila isključiti sklopku, izvući utikač iz utičnice ili izvaditi osigurače tog strujnog kruga. Ukoliko je ozlijeđeni ostao visjeti na stupu, potrebno je pripremiti opremu za prihvat ozlijeđenog.

Nakon oslobađanja, nužno je početi s pružanjem prve pomoći ozlijeđenom na način da :

- Provjerimo da li osoba diše i radi li mu srce
- Ukoliko ne pokazuje znakove života potrebno je početi s umjetnim disanjem na način da:
  - Osobu polegnemo na leđa
  - Glavu ozlijeđenog zabacimo prema natrag
  - Duboko udahnemo
  - Obuhvatimo usta ozlijeđenog, a zatvorimo nos, te upuhati zrak u usta i tako 15 puta u minuti
- Ukoliko umjetno disanje ne daje znakove života kod ozlijeđenog, tada se osim umjetnog disanja primjenjuje vanjska masaža srca tako da:
  - Osobu polegnemo na leđa
  - Dlanovima (ruka na ruku) pritiskati sredinu grudne kosti, ponavljajući do 60 puta u minuti
- Oživljavanje se provodi sve dok unesrećeni ne dođe k svijesti ili do dolaska hitne pomoći
- Neovisno o sretnom ishodu obvezno je javiti se liječniku, zato što se štetne posljedice mogu javiti i nakon nekog vremena





## **9. ZAKLJUČAK**

Elektrolika Gospić je dio HEP-a koji opskrbljuje područja Ličko-senjske županije električnom energijom. Kako rad s električnom energijom na niskonaponskoj distribucijskoj mreži spada u jedan od najrizičnijih poslova, trebaju se poduzeti stroge mjere zaštite, kako bi se uklonile opasnosti za zaposlenike.

U ovom radu dokazano je da se posebna pozornost treba usmjeriti na zdravstvenu sposobnost radnika, pravilnom korištenju zaštitne opreme, te nabavi kvalitetne opreme za rad na visini, radu na niskom naponu u beznaponskom stanju. Stekla sam širok pogled na to kako izgleda posao jednog inženjera u tvrtki koja se bavi proizvodnjom na veliko, koja ima zahtjevan sustav i postavljeno jako postrojenje, dakle posao na kojem inženjer sigurnosti i zaštite na radu mora raditi na smanjivanju ili uklanjanju opasnosti za zdravlje i sigurnost radnika. Ozbiljne posljedice za zdravlje ljudi mogu prouzročiti čak i male pogreške, stoga je jako važna kvalitetna edukacija radnika Elektrolike, radi ispravnog načina obavljanja zadataka kako ne bi došlo do ozljeda i nezgoda na radu.

## LITERATURA

- [1] „Pravilnik o organizaciji i sistematizaciji – pravilnik o radu“, Bilten HEP-a, br. 170, 2006.
- [2] Korša Ž., Mileusnić E.: „Priručnik prema temeljnom programu osposobljavanja za rad na siguran način“, Hrvatska elektroprivreda d.d., Zagreb, (1998.)
- [3] „Tehnički uvjeti za TS 10 (20) / 0,4 kV, 1 × 630 kVA – kabelska izvedba – , Tehnički uvjeti za TS 10 (20) / 0,4 kV, 100 (250) kVA – stupna izvedba - “, Bilten HEP-a, br. 16, 1992., (2-4)
- [4] „Tehnički uvjeti i upute za izgradnju niskonaponske mreže sa samonosivim kabelskim snopom“, Bilten HEP-a, br. 31, 1993.
- [5] Pravilnik o zaštiti na radu pri korištenju električne energije (NN br. 9/87)
- [6] „Tehnički uvjeti o izboru osobnih zaštitnih sredstava i zaštitne opreme za rad na elektroenergetskim postrojenjima distribucije električne energije“, Bilten HEP-a, br. 83, 1999.
- [7] „Pravila i mjere sigurnosti pri radu na elektrodistribucijskim postrojenjima“, Bilten HEP-a, br. 260, 2012.
- [8] Mileusnić E.: „Mjere sigurnosti i zaštite na radu kod primjene električne energije“, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, (1999.), ISBN 953 – 6412 – 26 – 8
- [9] Pravilnik o pružanju prve pomoći radnicima na radu (NN 56 / 83)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Nikola Tesla .....	2
Slika 2. Elektrolika Gospić.....	3
Slika 3. Shematski prikaz Elektrolike Gospić .....	4
Slika 4. Oznake za sigurno kretanje u prostoru .....	5
Slika 5. Prikaz strojeva sa uputama za siguran rad u autoradionici iz pogona Otočac ....	6
Slika 6. Spremnici za odlaganje opasnog i neopasnog otpada .....	7
Slika 7. Prikaz sječe granja prilikom prolaska nadzemnih vodova .....	9
Slika 8. Prikaz zaposlenika osposobljenog za rad na visini .....	14
Slika 9. Prikaz penjalica i njihove uporabe na drvenim stupovima.....	16
Slika 10. Prikaz sigurnosnog pojasa i opasača za pozicioniranje.....	18
Slika 11. Prikaz hidraulične auto-platforme s košarom.....	19
Slika 12. Pravilno rukovanje i vezanje zaposlenika sigurnosnim užetom u košari auto-platforme.....	20
Slika 13. Prikaz popravka električne instalacije u beznaponskom stanju na javnoj rasvjeti .....	20
Slika 14. Naprava za uzemljenje i kratko spajanje .....	23
Slika 15. Redoslijed postavljanja naprava za uzemljenje i kratko spajanje .....	24
Slika 16. Primjeri pločica upozorenja.....	25
Slika 17. Elektroizolacijska kaciga.....	31
Slika 18. Zimska i ljetna zaštitna radna kapa .....	32
Slika 19. Prikaz kombinezona, bluže i zimske jakne s reflektirajućim trakama .....	33
Slika 20. Niska i visoka zaštitna cipela .....	34
Slika 21. Znak obvezne uporabe zaštitnih cipela za električare .....	35
Slika 22. Gumene čizme za električare	
Slika 23. Niska cipela za električare.....	35
Slika 24. Zaštitne gumene rukavice za elektromontere .....	36

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Veličina penjalica prema promjeru drvenih stupova za nadzemne vodove, dimenzije u mm [6] .....	17
Tablica 2. Granični razmaci zone opasnosti i zone približavanja [8].....	28