

# PRIMJENA MJERA SIGURNOSTI KOD ČIŠĆENJA ELEKTROPOSTROJENJA POD NAPONOM - GRANULAMA UGLJIČNOG DIOKSIDA (SUHIM LEDOM)

---

Fudurić, Mateja

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:128:599647>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-14**



**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 REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Mateja Fudurić

**PRIMJENA MJERA SIGURNOSTI KOD  
ČIŠĆENJA ELEKTROPOSTROJENJA  
POD NAPONOM - GRANULAMA  
UGLJIČNOG DIOKSIDA (SUHIM LEDOM)**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2021. godina

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Mateja Fudurić

**The application of safety measures for  
cleaning of the electricity installations at  
voltage by carbon dioxide granules (dry  
ice)**

Final paper

Karlovac, 2021.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Mateja Fudurić

**PRIMJENA MJERA SIGURNOSTI KOD  
ČIŠĆENJA ELEKTROPOSTROJENJA  
POD NAPONOM - GRANULAMA  
UGLJIČNOG DIOKSIDA (SUHIM LEDOM)**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Boris Ožanić, mr.sc.

Karlovac, 2021. godina

# Zadatak Završnog rada



**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: Stručni studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: zaštita od požara

Karlovac, 2020.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Mateja Fudurić

Matični broj: 0416611045

**Naziv završnog rada:** Primjena mjera sigurnosti kod čišćenja elektropostrojenja pod naponom – granulama ugljičnog dioksida ( suhim ledom)

**Opis zadatka:** Kroz rad treba opisati opravdanost rada pod naponom, njegove prednosti i mane. Isto tako treba opisati primjenu mjera sigurnosti kod čišćenja elektropostrojenja pod naponom primjenom suhog leda. Osvrnuti se i na potrebnu zaštitnu opremu i isprave za rad.

Zadatak zadan: Rok predaje rada: Predviđeni datum obrane:  
11/2020

Mentor:  
mr. sc. Boris Ožanić

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem mentoru Ožanić Borisu, mr.sc. na iznimnoj pomoći tijekom pisanja Završnog rada „Primjena mjera sigurnosti kod čišćenja elektropostrojenja pod naponom- granulama ugljičnog dioksida (suhim ledom)“.

U svim mojim malim i velikim životnim trenucima, obitelj je uvijek bila uz mene. Hvala Vam na tomu.

Tijekom studiranja na Veleučilištu u Karlovcu, upoznala sam predivne prijatelje, studente i profesore, tako da, uz kvalitetno učenje i rad, bilo je iznimno zanimljivo i poučno razdoblje.

Hvala!

## SAŽETAK

U ovom radu, riječ je o primjeni mjera sigurnosti kod čišćenja elektropostrojenja pod naponom - granulama ugljičnog dioksida. Primjena mjera sigurnosti kod čišćenja elektropostrojenja odvija se na tri načina: općenite, organizacijske, i tehničke mjere sigurnosti. Uočene su prednosti i nedostaci rada pod naponom. Sve je veći naglasak na jasnu primjenu osobnih zaštitnih sredstava operatera jer su rizici rada u postrojenjima pod naponom veoma visoki. Pregled alata prije upotrebe i održavanje istih jedan od ključnih čimbenika u održavanju sigurnosti i zaštite na radu, također.

Dakle, ovaj rad ukazuje na mogućnost korištenja tehnologije čišćenjem granulama ugljičnog dioksida. Rad obiluje značajnim primjerima i fotografijama što može poslužiti svim onima koji rade na održavanju elektropostrojenja pod naponom. Uz to, razmatra se jačanje edukacijskih strategija glede organizacije sigurnosti rada pod naponom te rad s tehnikom granulama ugljičnog dioksida. Ciljano, rad je usmjeren na edukacijske strategija za jačanje sigurnosnih mjera rada pri čišćenju elektropostrojenja pod naponom - granulama ugljičnog dioksida.

**Ključne riječi:** elektropostrojenja, napon, edukacijska strategija, mjere sigurnosti, granule ugljičnog dioksida

## **ABSTRACT**

This final paper deals with the application of safety measures for the cleaning of electrical installations at the voltage-carbon dioxide granulates. The application of security measures for cleaning electrical installations. It is observed advantages and disadvantages for work at the voltage. It gets greater emphasis on clear application of operators's personal protective equipment as the as the risks of working at voltage installations are very high. Check of tools before use and maintenance of the same one is the key factors in maintaining safety and safety at work, too. So, this final work indicates the possibility of using technologies by cleaner carbon dioxide granulates. The final work is plentiful by significant examples and photographs, which can be used to all those working on the maintenance of electrical installation. In addition, it is considered the strengthening of educational strategies concerning the organization of safety work at the voltage and work with carbon dioxide granulates. Targeted, work is aimed at educating strategies to strengthen security measures for the cleaning of electrical installations at voltage—carbon monoxide granulates.

**Keywords:** Electrical current, voltage, education strategy, safety measures, carbon dioxide granules



## Sadržaj:

PREDGOVOR .....	I
SAŽETAK .....	II
ABSTRACT .....	III
1. UVOD .....	1
1.1. <i>Predmet i cilj rada</i> .....	1
1.2. <i>Izvori podataka i metode istraživanja</i> .....	1
1.3. <i>Sadržaj i struktura rada</i> .....	1
2. DEFINICIJE I NAČELA SIGURNOG RADA VEZANI ZA ELEKTRIČNA POSTROJENJA POD NAPONOM .....	3
3. MJERE SIGURNOSTI PRI RADU NA ELEKTROPOSTROJENJIMA .....	5
3.1. <i>Općenite mjere sigurnosti</i> .....	6
3.2. <i>Organizacijske mjere sigurnosti</i> .....	8
3.3. <i>Tehničke mjere sigurnosti</i> .....	9
4. UVJETI RADA NA ELEKTROPOSTROJENJIMA .....	10
4.1. <i>Stručni uvjeti</i> .....	10
4.2. <i>Uvjeti okoliša</i> .....	10
4.3. <i>Zdravstveni uvjeti</i> .....	12
5. ČIŠĆENJE ELEKTROPOSTROJENJA POD NAPONOM .....	13
5.1. <i>Metode rada</i> .....	14
5.2. <i>Rad pod naponom na srednjem naponu</i> .....	17
5.3. <i>Mjere opreza u odnosu na SN ili VN sustave i instalacije</i> .....	18
6. PREDNOSTI I NEDOSTACI RADA POD NAPONOM .....	19
6.1. <i>Prednosti rada pod naponom</i> .....	19
6.2. <i>Nedostaci rada pod naponom</i> .....	20
6.3. <i>Ekonomski pokazatelji uštede</i> .....	21
7. OSOBNA ZAŠTITNA SREDSTVA OPERATERA KOJI RADI POD NAPONOM .....	26
7.1. <i>Opasnost od kratkog spoja i električnog udara</i> .....	26
7.2. <i>Zaštita glave i zaštita tijela</i> .....	27
7.3. <i>Pregled alata prije upotrebe te održavanje istih</i> .....	29
8. TEHNOLOGIJA ČIŠĆENJEM GRANULAMA UGLJIČNOG DIOKSIDA .....	33
8.1. <i>Primjeri čišćenja TS metodom</i> .....	37
8.2. <i>Primjer čišćenja KTS metodom</i> .....	39
7.3. <i>Edukacijske strategije za rad u elektropostrojenjima</i> .....	41
9. ZAKLJUČAK .....	42
10. LITERATURA .....	43
11. PRILOZI .....	45
11.1. <i>Popis simbola</i> .....	45
11.2. <i>Popis slika</i> .....	45
11.3. <i>Popis shema</i> .....	46
11.4. <i>Popis grafikona</i> .....	46
11.5. <i>Popis Tablica</i> .....	46

## 1.UVOD

### 1.1. Predmet i cilj rada

Predmet završnog rada je primjena mjera sigurnosti kod čišćenja elektropostrojenja pod naponom - granulama ugljičnog dioksida. Cilj rada je dati objašnjenja o primjeni tehnike s granulama ugljičnog dioksida. Nakon toga bit će izložene edukacijske strategije za pravilno održavanje rada na elektropostrojenjima pod naponom.

### 1.2. Izvori podataka i metode istraživanja

Pri izradi završnog rada, korišten je ograničeni broj knjiga različitih autora a odnose se na područje sigurnosti i zaštite na radu. Osim knjiga, korišteni su i članci iz područja sigurnosti te internetske stranice koje su poslužile kao izvor novijih i aktualnijih podataka vezanih uz primjena mjera sigurnosti kod čišćenja elektropostrojenja pod naponom - granulama ugljičnog dioksida. Metode istraživanja korištene u prikupljanju i obradi podataka su metoda analize u početnim dijelovima rada te metoda sinteze koja je korištena u dijelovima rada u kojima se objedinjuje i definira ono što je tijekom rada bilo istraženo.

### 1.3. Sadržaj i struktura rada

Završni rad podijeljen je u devet poglavlja razrađenih u manje cjeline. Rad započinje sažetkom koji ukratko opisuje rad uz sažetak na engleskom jeziku. U uvodu su opisane temeljne naznake o radu kao što su predmet i cilj rada, izvori podataka i metode istraživanja kao i sadržaj i struktura rada. Nakon toga, slijedi kratko poglavlje koje se nadovezuje na uvodni dio, a to je poglavlje o definicijama i načelima sigurnog rada na električnim postrojenja pod naponom.

U trećem poglavlju, analiziraju se postojeća mjere sigurnosti pri radovima na električnim postrojenjima a koja uključuje općenite, organizacijske i tehničke mjere sigurnosti.

U četvrtom poglavlju, objašnjeni su kratko i jasno različiti uvjeti sigurnog rada kao: stručni uvjeti, uvjeti okoliša, zdravstveni uvjeti te alati, sredstva i oprema. Ukazuje se na to da svi uvjeti sigurnog rada moraju biti objedinjeni i cjeloviti jer jedino tako imaju svrhu.

U petom poglavlju, iznosi se analiza načina čišćenje postrojenja pod naponom uz odgovarajuće mjere opreza. Spomenut je rad pod naponom na srednjem naponu. Analiza čišćenja postrojenja potkrijepljena je konkretnim fotografijama radnika koji rade u postrojenjima pod naponom.

U šestom poglavlju, objašnjavaju se prednosti i nedostaci rada pod naponom, uz prikaz ekonomskih ušteda koja je potkrepljena statističkim analizama kretanja cijena električne energije u Europskoj Uniji, kretanja plaća radnika u području opskrbe električnom energijom te razlozima porasta cijena.

Sedmo poglavlje odnosi se na predstavljanje cjelovite osobna zaštita operatera i načina pregleda alata prije upotrebe kao i održavanje istih.

Osmo poglavlje predstavlja opis primjene tehnologije čišćenje granulama ugljičnog dioksida. Prikazan je primjer čišćenja TS i KTS metodama.

Deveto poglavlje donosi sintezu rada odnosno zaključna razmatranja, iz čega je vidljivo, da li je postignut cilj rada i u kojoj mjeri su razvijene sigurnosne metode čišćenja granulama ugljičnog dioksida. Rad nudi edukacijske strategije za sve one radnike koji rade na elektropostrojenjima pod naponom, s obzirom na ograničenost literature. Na samom kraju rada, naveden je popis literature te popis slika, shema, tablica i grafikona.

## 2. DEFINICIJE I NAČELA SIGURNOG RADA VEZANI ZA ELEKTRIČNA POSTROJENJA POD NAPONOM

Na temelju članka 28. Izjave o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću HEP (u daljnjem tekstu, Hrvatska Elektroprivreda), Operator distribucijskog sustava d.o.o., Pravilnikom o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom te hrvatskom normom HRN EN 50110-1 direktor HEP Društva 17. srpnja 2020. godine donio je jasno određenje definicija i pojmova koji su vezani za siguran rad na električnim postrojenjima pod naponom, a prikazana su u tablici 1.

Tablica 1. Definicije vezane za siguran rad

Redni broj	Naslov definicije	Obrazloženje
1	<b>Beznaponsko stanje</b>	„Stanje u kojem je napon na vodiču jednak nuli ili blizu nule, što znači da je on bez napona ili električnog naboja“
2	<b>Dopuštena zona kretanja</b>	„Određeni označeni i/ili ograđeni prostor koji setijekom izvođenja radova koristi kao pristupni put do mjesta rada“
3	<b>Električna instalacija</b>	„Skup međusobno spojene niskonaponske električne opreme u promatranom prostoru ili prostoriji, predviđena za ispunjavanje određene namjene, a koja ima usklađene značajke“.
4	<b>Električna opasnost</b>	„Predstavlja rizik ozljede od električne energije“
5	<b>Električna pogonska prostorija</b>	„Prostorija u zgradi ili ograđeni otvoreni prostor određen prvenstveno za smještaj i pogon električnog postrojenja u kojem smiju boraviti samo radnici elektrostruke“
6	<b>Mali napon</b>	„Napon koji nazivno ne prelazi 50 V izmjenične struje ili 120 V istosmjerne struje“
7	<b>Niski napon</b>	„Napon iznosa koji nazivno ne prelazi 1.000 V izmjenično ili 1.500 V istosmjerno“
8	<b>Rad na električnom postrojenju</b>	„Svaki oblik električarskog i/ili neelektričarskog rada pri kojem postoji mogućnost električne opasnosti“
9	<b>Rad pod naponom</b>	„Svaki rad kod kojeg radnik svjesno dodiruje dijelove pod naponom ili zadire u zonu rada pod naponom s bilo kojim dijelom svog tijela ili s alatom, napravama ili uređajima“
10	<b>Rad u beznaponskom stanju</b>	„Svaki rad kod kojeg radnik svjesno dodiruje dijelove pod naponom ili zadire u zonu rada pod naponom s bilo kojim dijelom svog tijela ili s alatom, napravama“

Izvor: HEP Vjesnik, Pravila i mjere sigurnosti pri radu na električnim postrojenjima: HEP, 2020.

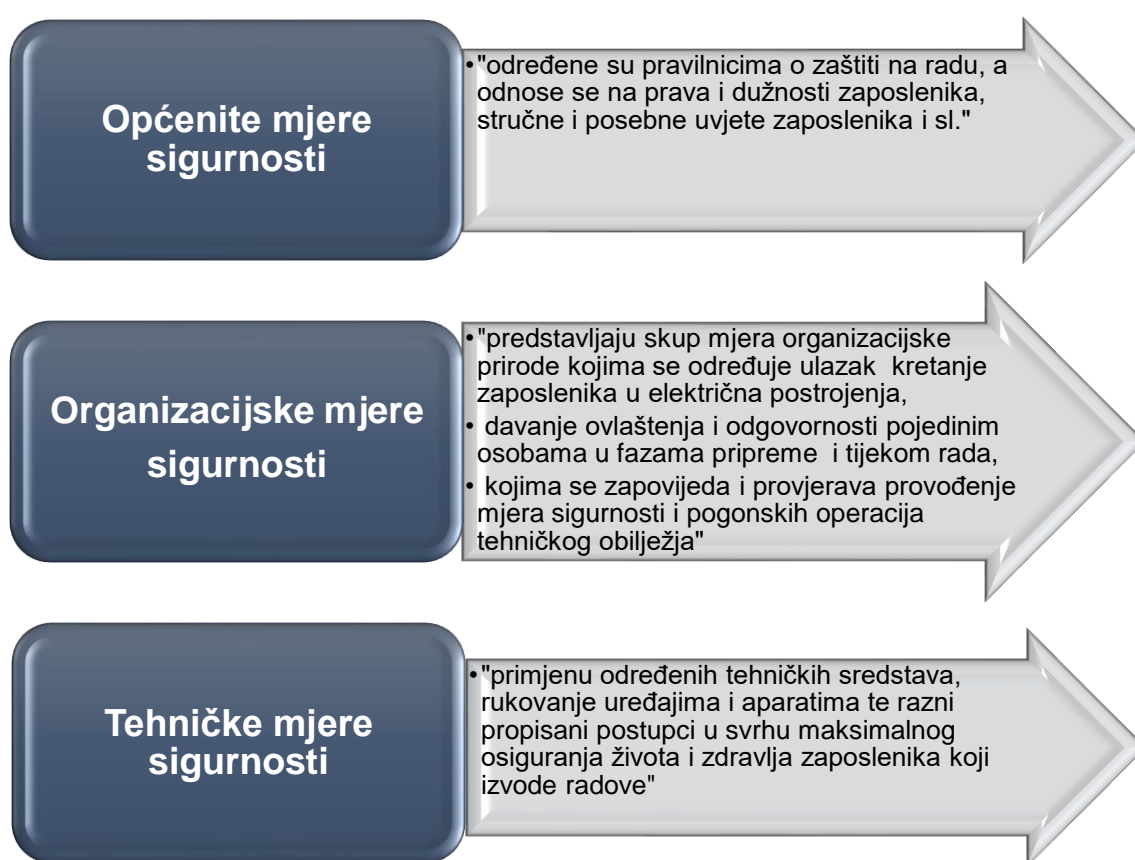
Tablica 1 daje prikaz određenih temeljnih definicija koje pružaju uvid u bolje razumijevanje problematike vezane za složenu temu kao što je rad na električnim

postrojenjima pod naponom. Odabrano je desetak ključnih definicija između većeg broja definicija koje se nalaze u HEP-ovom biltenu (br.496) za 2020. godinu. Jedna od ključnih definicija je rad na električnom postrojenju (redni broj 8), koja se obrazlaže kao *svaki oblik električarskog i/ili neelektričarskog rada pri kojem postoji mogućnost električne opasnosti*.

Glede načela sigurnog rada, navodi se prvobitno načelo a to je načelo procjene prema koje treba procijeniti i odlučiti po kojim uvjetima taj rad se smije započeti i izvoditi.[1] Drugo načelo je brojnost odnosno koliko radnika i kakve poslove mogu obavljati. Primjerice, jedan radnik obavlja poslove vizualnog pregleda i nadzora električnog postrojenja, osiguranje mjesta rada i slično. No, ako je za određeni zadatak potrebno više radnika, onda treba imenovati rukovoditelja. Treće načelo odnosi se na načelo odgovornosti i ovlasti. Točno se zna tko što mora učiniti. Nužno je navesti načelo sigurnosti uz pružanje jasnih uputa radnicima te načelo koordinacije. U biti, svi postupci i kretanja radnika moraju biti uhodani, promišljeni i u koordiniranom dogovoru sa svim članovima tima.

### 3. MJERE SIGURNOSTI PRI RADU NA ELEKTROPOSTROJENJIMA

Glede sigurnosti u primjeni električne energije, prema riječima autora Ožanić, [2], bitno je primjenjivati postupke koji osiguravaju siguran način rada. Mjere sigurnosti pri radovima na električnim postrojenjima, mogu se strukturirati u tri skupine: (Shema 1)



Shema 1. Mjere sigurnosti pri radovima na elektropostrojenjima

Izvor: B.Ožanić, Sigurnost u primjeni električne energije, Karlovac:VUKA,2016

Nadalje, mjere sigurnosti pri radu na električnim postrojenjima (u daljnjem tekstu: Pravila) izrađena su na temelju Pravilnika o sigurnosti i zdravlju pri radu s

električnom energijom te usklađena s hrvatskom normom HRN EN 50110-1. [1]. Prema hrvatskom Zavodu za norme, za dio *Pogon električnih postrojenja*[3] a vezano za 1. dio: Opći zahtjevi (EN 50110-1:2013), navodi se da HRN EN 50110-1:2013 , kao europski standard primjenjuje na sve aktivnosti rada na, s ili u blizini električnih instalacija. To su električne instalacije koje djeluje na razini napona od i uključujući dodatni napon i uključujući visoki napon. Ta električna postrojenja konstruirana su za proizvodnju, prijenos, pretvorbu, distribuciju i upotrebu električne energije. Neke od tih električnih instalacija su trajne i fiksne, kao primjerice instalacije u tvornici ili uredskom dijelu za razliku od drugih koji su privremeni kao gradilišta. Jos se spominju pokretne instalacije, odnosno one koje se mogu micati dok su pod naponom. Na primjer, to su električni pokretni strojevi za iskopavanje u kamenolomima ili otvorenim prostorima za ugljen. Navedenim standardom (HRN EN 50110-1), utvrđuju se propisi za siguran rad. [3] .

### 3.1. Općenite mjere sigurnosti

Kao što je već određeno u shemi 1, prema autoru [2], općenite mjere sigurnosti određene su pravilnicima o zaštiti na radu, a odnose se na prava i dužnosti zaposlenika, stručne i posebne uvjete zaposlenika i sl.

Zaštita na radu sastavni je dio radnog procesa i temeljni uvjet produktivnosti rada. To je skup „aktivnosti i mjera (tehničkih, pravnih, organizacijskih, ekonomskih, zdravstvenih i drugih), kojima se osiguravaju uvjeti rada bez opasnosti za život i zdravlje.“ [4, p. 1] Zaštita na radu provodi se osobito radi „očuvanja nesmetanog duševnog i tjelesnog razvitka mladeži, zaštite žena od rizika koji bi mogli ugroziti ostvarivanje materinstva, zaštite invalida i profesionalno oboljelih osoba od daljnjeg oštećenja zdravlja i umanjenja njihove radne sposobnosti te radi očuvanja radne sposobnosti starijih radnika u granicama njihove životne dobi“ [4, p. 3]. Uvjeti za siguran rad „ostvareni su u slučaju kada sredstva rada, čovjek i radna okolina ispunjavaju zahtjeve koji su sukladni s pravilima zaštite na radu te oni kao takvi trajno osiguravaju pravilno funkcioniranje procesa rada“ [4, p. 3]

Način provedbe zaštite na radu uključuje zakonske propise koji su regulirani zakonom, pravilnicima, normama i drugim propisama. Pravo zaposlenika na zaštitu prilikom obavljanja rada uključeno je veću Ustav Republike Hrvatske, a njime se bave i odredbe Zakona o radu i drugih zakona. Osnovne podatke vezane za zaštitu na radu nalaze u Zakonu o zaštiti na radu, Zakonu o inspektoratu rada, a i u nekim odredbama Zakona o obaveznom zdravstvenom osiguranju, Zakona o zdravstvenoj zaštiti te Zakona o mirovinskom osiguranju. Osim tih zakonskih propisa i niz drugih drugih zakona imaju za cilj stvaranje sigurnih radnih uvjeta i djelomično sadržavaju propise iz zaštite pri radu, odnosno njihovu dopunu. [5].

Cilj zaštite na radu je da svaka zaposlena osoba u bilo kojem poduzeću (industrija, obrt, ustanova, škola, itd.) može svoj posao obavljati bez ugrožavanja vlastitog ili tuđeg života i zdravlja, dakle da ga se može obavljati sigurno. [5] U tim pravilima, definirano je, između ostalog, način pribavljanja, pravilna uporaba i pregledavanje i ispitivanja sredstava za rad i osobnih zaštitnih sredstava [5]. To se posebice odnosi na upotrebu i održavanje alata koju koriste radnici na elektropostrojenjima. Uz to, definirani su načini pružanja prve pomoći i postupci u slučaju ozljede na radu te potreba i načina korištenja osobnih zaštitnih sredstava. [5] Glede ispitivanja strojeva i uređaja s povećanim opasnostima su strojevi i uređaji pri čijem korištenju postoji opasnost za zdravlje i sigurnost radnika, nakon što su na njima primijenjena osnovna pravila zaštite na radu. Poglavitito. to se odnosi na dizalice nosivosti preko 10 KN, (Kilo njutn) teretna vozila, kompresore, centrifuge, agregati, nadtladne i podtladne komore. Detaljan popis strojeva i uređaja s povećanim opasnostima propisan je odredbama Pravilnika o listama strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (Narodne novine, br.47/2002). Ispitivanje strojeva i uređaja spovećanim opasnostima može obavljati sam poslodavac ili ovlašteno trgovačko društvo koje ispunjava uvjete propisane odredbama Pravilnika o ispitivanju radnog okoliša te strojeva i uređaja s povećanim opasnostima i Pravilnika o uvjetima pod kojim pravne osobe mogu obavljati poslove zaštite na radu te o tome posjeduje važeće rješenje Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva. Obavezno se vodi zapisnik, pa ako rezultati ispitivanja da su na stroju ili uređaju primijenjena sva propisana pravila i



propisi. Osim toga, u radnim poslovima s električnom strujom, ono može štetno djelovati na ljudski organizam u određenim uvjetima. Ozljeđivanje nastaje kada struja prolazi kroz tijelo. Ona stvara opekline i opterećuje tkivo, a može i usmrtniti čovjeka. Za čovjeka je „opasan napon veći do 50 V (u daljnjem tekstu, Volti), ali manji naponi u nepovoljnim uvjetima (vlaga, iscrpljenost organizma i sl.) mogu biti jednako opasni.“ [5, p. 22]. Nadalje, što se tiče primjena mjera sigurnosti gledano sa sigurnosnog aspekta uz primjenu odgovarajućeg alata i propisanih procedura za tu tehnologiju sam postupak čišćenja je za osoblje pouzdan i siguran. Oprema za čišćenje završava sigurnosnom motkom koja je ispitana u ovlaštenom laboratoriju za rad, pod naponom. Radi se na udaljenosti od napona jer motka za čišćenje nikada nije u doticaju sa dijelovima pod naponom. Završetak motke uvijek je udaljen minimalno 10 cm pa i više od napona. Kada granule suhog leda (CO<sub>2</sub>) udare u površinu, on sublimira i pretvara se u plin. CO<sub>2</sub> i u krutom i u plinovitom stanju ne provodi el. energiju tako da ne dolazi do preskoka ili stvaranja električnog luka. Oprema (same motke i uređaj u radu) je u laboratorijskim uvjetima testirana na naponu od 99 kV bez ikakvog preskoka el. energije ili stvaranja električnog luka, tako da je metoda potpuno pouzdana. Prema tome, procjenjuje se da je TS metoda sigurna i učinkovita

### 3.2. Organizacijske mjere sigurnosti

Sukladno organizacijskim mjerama sigurnosti, njima se utvrđuje skup mjera organizacijske prirode kojima se određuje ulazak, kretanje zaposlenika u električna postrojenja, davanje ovlaštenja i odgovornosti pojedinim osobama u fazama pripreme i tijekom rada, kojima se zapovijeda i provjerava provođenje mjera sigurnosti i pogonskih operacija tehničkog obilježja. [5]

Kretanje u radnom prostoru gdje postoje prometnice, ljestve, stube, obojeni prostori i slično navodi da putovi i prolazi moraju se redovito održavati. Ne smije biti nagomilanog materijala, papira i slično, jer se preko njih može lako pasti. Ulje, boje i predmeti moraju se odmah odstraniti. Najmanja širina najužeg prolaza ne smije biti manje od 70 cm. [5]

### 3.3. Tehničke mjere sigurnosti

Tehničke mjere sigurnosti odnose se na primjenu određenih tehničkih sredstava, rukovanje uređajima i aparatima te raznim propisanim postupcima u svrhu maksimalnog osiguranja života i zdravlja zaposlenika koji izvode radove. Glede alata, zaštitnih sredstava i zaštitne opreme, obvezna osobna zaštitna sredstva su definirana za radnike Procjenom rizika i određena odlukom u skladu s Uputom 5. Pravilnika o zaštiti na radu, Pravila o nabavi, zaduživanju, korištenju i održavanju osobnih zaštitnih sredstava i ona trebaju biti primjerena zahtjevima mjesta rada, odnosno mogućim opasnostima i štetnostima kod obavljanja poslova. Pri tome, obvezno korištenje pojedinih zaštitnih sredstava i zaštitne opreme određuje se Uputama za rad na siguran način, a za određene poslove prema ovim Pravilima. S tim da je nošenje zaštitne električarske kacige (izolacijske) obvezno je za sve osobe koje se kreću ili rade u električnim postrojenjima te pri radovima na nadzemnim vodovima i kabelima. Od tog zahtjeva iz točke 3.4.3 Pravilnika o zaštiti na radu, izuzimaju se osobe koje borave u upravljačkim prostorijama. Ako radnici obavljaju električarske i slične poslove unutar navedenih prostorija, primjerice na upravljačkoj ploči, obvezno je nošenje zaštitne električarske kacige svakom slučaju, prije početka i tijekom rada, svaki radnik je dužan sam nadzirati ispravnost alata, zaštitnih sredstava i zaštitne opreme koju koristi. Radnik vizualnim pregledom ili funkcionalnom provjerom obavlja provjeru ispravnosti alata, zaštitnih sredstava i zaštitne opreme prije svakog započinjanja s radom. No, u slučaju oštećenja ili neispravnosti alata, zaštitnih sredstava i zaštitne opreme, radnik mora odmah prijaviti neposrednom rukovoditelju, a neispravan alat, zaštitna sredstva i zaštitnu opremu treba odmah staviti izvan uporabe i zamijeniti ispravnima. To je odgovoran pristup prema opremi ali i prema zdravlju radnika. Uloga rukovoditelja radova je tijekom rada nadzirati ispravno korištenje alata. Ključno, alati, zaštitna sredstva i zaštitna oprema moraju biti usklađeni s normama, prikladni za namjenu za koju se koriste, održavani u ispravnom stanju i upotrebljavani prema uputama proizvođača ili posebnim uputama (18, Bilten broj 496, 2020). Dodatno, moraju biti ispravno uskladišteni i periodički ispitani u skladu s uputama proizvođača ili posebnim propisima.

## 4. UVJETI RADA NA ELEKTROPOSTROJENJIMA

U nastavku slijedi analiza tri tipa uvjeta rada na elektropostrojenjima: stručni, uvjeti okoliša i zdravstveni uvjeti.

### 4.1. Stručni uvjeti

Radovi na električnim postrojenjima pripadaju kategoriji poslova s posebnim uvjetima rada gdje su nazočne povećane opasnosti, štetnosti i naponi za radnike. Radnici koji ne zadovoljavaju propisane uvjete ne smiju raditi na električnim postrojenjima, osim pod točno utvrđenim uvjetima i uz nadzor stručne osobe. Samostalno izvođenje radova u beznaponskom stanju, te u blizini napona dopušteno je svim stručnim osobama koje su osposobljene za izvođenje radova, na siguran način. Samostalno izvođenje radova pod naponom nije dozvoljeno. Osim toga, kada radnik zadovoljava propisane uvjete i kada udovoljava uvjetima za rukovoditelja radova, u skladu s uputama za siguran rad koje su dio sustava upravljanja zaštitom zdravlja i sigurnosti (HRN ISO 45001), samostalno smije izvoditi sljedeće poslove: zamjena umetaka osigurača, zamjena podnožja NN (niskonaponski) osigurača, mjerenja i ispitivanja na NN, radovi na NN obračunskom mjernom mjestu i radovi u NN kabelskim ormarima.

### 4.2. Uvjeti okoliša

U nastavku slijedi analiza uvjeta okoliša koji su, radi preglednosti, shematski prikazani i pojašnjeni, navode da uvjeti okoliša, niti u kojem slučaju ne smiju biti zanemareni (Shema 1). Navedena shema 1 daje jasan prikaz uvjeta okoliša koji mogu ometati rad radnika na elektropostrojenjima pod naponom. Jedan od najvažnijih uvjeta okoliša koji treba uzeti u obzir je atmosfersko pražnjenje jer tada nisu dopušteni radovi. Odluku o prekidu rada donosi rukovoditelj radova a očito da se posebno odnosi na radove na nadzemnim vodama. Okolišni uvjet za atmosfersko pražnjenje uključuje brigu o sigurnosti radnika, što je prioritet. Drugi

važan uvjet okoliša oko kojeg treba skrbiti je utjecaj vjetra. U slučaju jakog vjetra, radnik je onemogućen koristiti alat s dovoljnom preciznošću. Granična vrijednost smatra se vjetar brzine veće od 60 km/h, na visini iznad 3 m od zemlje. Rukovoditelj radova može donijeti odluku o prekidu radova i pri manjoj brzini vjetra ako procijeni da se rad ne može obaviti na siguran način. (16 Bilten broj 496)

Shema 2. Glavni prikaz uvjeta okoliša za rad a elektropostrojenjima



Izvor. Izradila studentica prema HEP Vjesnik, *Pravila i mjere sigurnosti pri radu na električnim postrojenjima*, HEP, 2020.

Treći ključan uvjet okoliša je utjecaj vidljivosti. Nisu dopušteni radovi pri lošoj vidljivosti na mjestu rada, kada ovlaštene rukovoditeljradovala stojeći na zemlji ne može vidjeti sve članove svoje skupine, vodiče nadzemnih vodova ili druge dijelove električnog postrojenja na kojimase obavljaju radovi.

Četvrti ključan uvjet okoliša koji je naveden u shemi 1 je utjecaj temperature. Nisu dopušteni radovi na otvorenom prostoru pri temperaturama nižim od -18 °C ili višim od +35 °C u hladu.

Peti uvjet okoliša odnosi se na ostale vremenske nepogode kao što su jake kiše, magle, posolice i snježnih oborina i druge vremenske nepogode. I u ovom slučaju, ovlašteni rukovoditelj radova odlučuje je li rad moguće izvesti na siguran način.

Uređenje mjesta rada je neuobičajen uvjet okoliša, ali označuje da okoliš koji okružuje radni prostor može biti značajan čimbenik u održavanju sigurnosti radnog prostora. Mjesto rada mora biti jasno određeno, označeno i osigurano, kako bi se radovi mogli izvesti na siguran način, a osobito u pogonskim prostorijama, najavnim površinama i prometnicama. Zadnje, odnosi se na posebne okolnosti kao što su: spašavanje života, elementarne nepogode, izvanredno stanje, značajniji kvarovi i slično radovi se mogu obavljati u uvjetima okoliša koji su izvan navedenih uvjeta uz primjenu dodatnih zaštitnih mjera, a prema ocjeni rukovoditelja radova, osim u slučaju da prijete opasnost od atmosferskih pražnjenja (17, Bilten 496). Poslodavac je obavezan "ispitivati radni okoliš na mjestu rada na način utvrđen u provedbenim propisima i pravilima zaštite na radu i prema posebnim propisima. Iznimno od navedenoga, obveza ispitivanja postoji odmah nakon što su nastali uvjeti odnosno promjene zbog kojih je ispitivanje obavezno, kao npr. ako dođe do promjene parametara mikroklimе, nastajanja prašina, buke, vibracija, izloženost opasnim zračenjima i dr." [6, p. 258]

#### 4.3. Zdravstveni uvjeti

Da bi se zadovoljili zdravstveni uvjeti rada, na električnim postrojenjima, instalacijama i opremi te u njihovoj blizini mogu raditi radnici kojima je, u skladu s posebnim propisima, utvrđeno odgovarajuće zdravstveno stanje i psihička sposobnost za obavljanje tih poslova. Ostali radnici moraju biti zdravstveno i

psihofizički sposobni za poslove u svojoj nadležnosti. Svakom radniku Društva, radniku vanjskog izvođača radova ili posjetitelju za kojeg se utvrdi da je pod utjecajem alkohola ili drugih opojnih sredstava zabranjen je bilo kakav rad, kretanje i zadržavanje u električnom postrojenju.

## **5. ČIŠĆENJE ELEKTROPOSTROJENJA POD NAPONOM**

U sklopu održavanja elektroenergetskih postrojenja, čišćenje u svrhu održavanja najčešći je posao koji se izvodi pod naponom. Najčešće radnje su čišćenje

Distributivnih TS (u daljnjem Transformatorska stanica), a mogu se čistiti i NN razvodni ormari, rasklopišta i sl.

### 5.1. Metode rada

Kod metode čišćenja, prvobitno, čišćenje pod naponom se izvodi:

- vakuumskim čišćenjem (usisavanjem),
- ispuhivanjem,
- četkanjem,
- čišćenjem pomoću odgovarajućih sredstava za čišćenje.

Voda se nikada ne smije koristiti na niskom naponu, a na SN ( daljnjem tekstu, srednji napon) i VN (u daljnjem tekstu visoki napon) pod pritiskom. Čišćenje se nikada ne smije obavljati tako da izazove pomicanje dijelova opreme koja se čisti. Glede opreme, alata i sredstava za čišćenje, potrebno je imati odgovarajuću opremu, alate i sredstva, što mora biti opisano u torbi osnovnog alata. To obuhvaća: cijevi usisavača, izolacijske motke, odgovarajuće cipele i čizme (ili se mogu koristiti izolacijski tepisi), izolacijske rukavice.



**Slika 1.** Utvrđivanje, pregled i određivanje čišćenja i mogućih opasnosti

Izvor: B. Ožanić, Sigurnost u primjeni električne energije, Karlovac: VUKA, 2016.

Slika 1 prikazuje postupke radnika koji utvrđuju, pregledavaju i određuje čišćenje. Uz to, vrše procjenu mogućih opasnosti tijekom rada.



**Slika 2.** Pregled i čišćenje alata

Izvor: B. Ožanić, Sigurnost u primjeni električne energije, Karlovac: VUKA, 2016.

Slika 2. prikazuje kontekst situacije kada radnik vrši pregled i čišćenje alata prema određenim propisima i pravilima. U nastavku slijedi prikaz slike 3 gdje radnik čisti izolator četkom.





**Slika 3.** Čišćenje izolatora četkom

Izvor: B. Ožanić, Sigurnost u primjeni električne energije, Karlovac: VUKA, 2016.



**Slika 4.** Čišćenje unutrašnjosti TS usisavačem

Izvor: B. Ožanić, Sigurnost u primjeni električne energije, Karlovac: VUKA, 2016.



**Slika 5.** Čišćenje dijelova na transformatoru sa zaobljenom četkom

Izvor: B. Ožanić, Sigurnost u primjeni električne energije, Karlovac: VUKA, 2016.

## 5.2. Rad pod naponom na srednjem naponu

Isto tako, čišćenje metodom suhog leda postrojenja pod naponom za niskonaponska i sredjenaponska postrojenja patentirana su metoda i intelektualno zaštićena (broj PK 20150817). Intelektualno je zaštićena i motka za sigurno čišćenja postrojenja pod naponom (br. PK 20161457) a njezin dizajn je zaštićen pod Euro design br. 005263779-0001. Svako bespravno korištenje postupka, metode ili motke podliježe zakonskim mjerama za intelektualno vlasništvo. Patentiran je postupak čišćenja za NN i SN postrojenja, koristi se za čišćenje postrojenja i uređaja pod naponom u trafostanicama, čišćenja izolatora kod prijenosnih mreža, rastavljača, tramvaja, vlakova i ostalim postrojenjima uz potpunu sigurnost za osobu koja čisti. Uvjeti za čišćenje pod naponom su definirani HEP Biltenima 241,242 i 243 za srednji napon i 239 i 240 za niski napon. Zarad pod srednjim naponom, postoje tri metode rada pod naponom, a to su: metoda rada „na udaljenosti”, metoda rada „na potencijalu” i metoda rada „u dodiru”.

### 5.3. Mjere opreza u odnosu na SN ili VN sustave i instalacije

Po pitanju, mjere opreza u odnosu na SN (srednji napon) ili VN (visok napon) sustave i instalacije, operater mora paziti na udaljenost koja najmanje mora biti MUP za SN ili MUP za VN između svih dijelova njegova tijela i neizoliranih vodljivih dijelova koje bi mogao dodirivati, SN ili VN vodova, neizoliranih dijelova ili svih neizoliranih dijelova koji su u dodiru s njime. Prilikom radova na čišćenju TS, sve mjere zaštite moraju se primijeniti za viši naponski nivo NP u kabelskim TS 10(20)/ 0,4 kV moraju se poduzeti mjere zaštite kao da se radi na SN. Na slikama prikazani su neki postupci kod čišćenja distributivnih TS. Nužno je poduzimati mjere opreza u odnosu na rad na SN i VN sustave i instalacije. Prvi i ključne mjere opreza odnose na mjere sprječavanja kratkih spojeva koji nastaje dodiranjem na različitim fiksnim potencijalima. Tijekom radnih postupaka RNP (u daljnjem tekstu, rad na postrojenju na naponu), moguće je da operateri izazovu kratki spoj zbog rukovanja alatima s neizoliranim metalnim dijelovima, slučajnim ispuštanjem metalnih dijelova ili u situaciji kada premošćuju izolatore metalnim dijelovima alata. [7] Tijekom čišćenja pod naponom, kratki spojevi između dijelova na različitim fiksnim potencijalima spriječit će se održavanjem minimalnog zračnog razmaka navedenog u Tablici 1.

**Tablica 2.** Minimalni zračni razmak između dijelova na različitim potencijalima

Nazivni napon	Zračni razmak
$U \leq 20 \text{ kV}$	0,1 m
$20 \text{ kV} < U \leq 35 \text{ kV}$	0,2 m

Izvor: D. Raljević i D. Sokač, Čišćenje pod naponom - granulama ugljikovog dioksida (IV) oksida (suhim ledom), Opatija: Hrvatski ogranak međunarodne elektrodistribucijske konferencije - HO CIRED, 2018.

Druga mjera opreza mora se odnositi na sprječavanje kratkog spoja gdje važnu ulogu igra operater, koji mora osigurati da na fiksnom potencijalu ne dođe u s drugim dijelom na različitom fiksnom potencijalu

## 6. PREDNOSTI I NEDOSTACI RADA POD NAPONOM

Kada govorimo o opravdanosti rada pod naponom, prije svega mora se razdvojiti prednosti i mane rada pod naponom, a nakon toga lako se izračunaju ekonomski pokazatelji koji su u stvari temelj tržišnog poslovanja.

### 6.1. Prednosti rada pod naponom

Prednosti rada pod naponom su :

- Raspoloživost postrojenja je puno veće. Ne trebaju se graditi „rezerve“ koje služe za napajanje potrošača, dok se izvode radovi u beznaponskom stanju
- Ispunjavaju se uvjeti kupaca o kontinuiranoj isporuci električne energije
- Smanjuje se broj raspoloživosti ljudi i opreme. Ne treba toliko ljudi za pogonske manevre koji su neizbježni za rad u beznaponskom stanju. Odlazak u trafostanicu ili do odgovarajuće linijske sklopke-rastavljača gdje se vrši isključenje i vidljivo odvajanje zahtjeva potrošnju velikog broja radnih sati.
- Ne treba provoditi neke mjere za siguran način rada koje se obavezno moraju provesti kod rada u bez naponskom stanju kao npr. sprječavanje ponovnog uključivanja, utvrđivanje beznaponskog stanja, postavljanje kratkospojnika i uzemljenja ograđivanje mjesta rada od dijelova pod naponom, čime se opet štedi puno radnog vremena .
- Izbjegava se također postupak ponovnog uključjenja
- Smanjuju se znatno troškovi neisporučene električne energije
- Smanjuju se troškovi informiranja kupaca o planiranim radovima

- Smanjuje se obrada prigovora i upita (tel. pozivi, naknade, odštete, potrošnja agregat) - (u ovom slučaju, to je teško procijeniti)
- Tehnički gubici zbog preusmjeravanja tokova energije i dodatnog opterećenja mreže (postrojenje koje preuzima dodatni dio opterećenja radi u neprofitabilnom, čak i štetnom režimu). Mreža postaje nestabilnija i izložena je povećanom riziku raspada. U slučaju preopterećenja zamjenskog voda raspad mreže je još skuplji – teško procijeniti. Postoji i mogućnost raspada sustava tijekom pokušaja ponovnog uključanja postrojenja na kojem je rad završen.
- Dobra reputacija, i image nadležnog distributera se povećava uslijed isključivanja – teško nadoknadivo
- Povećava se sigurnost radnika (smanjuje se broj ozljeda)
- Radovi su manje ovisni o uvjetima kupaca (povećanje broja radova i raspoloživog vremena u sklopu redovitog održavanja manje kvarova)
- Svaki RPN ( rad na postrojenju s naponom) bez obzira na povećani broj potrebnih radnih sati donosi zaradu, a povećavanjem broja RPN smanjuje se potrebno vrijeme za izvođenje RPN (uigravanje tima).

## 6.2. Nedostaci rada pod naponom

Nedostaci rada pod naponom su :

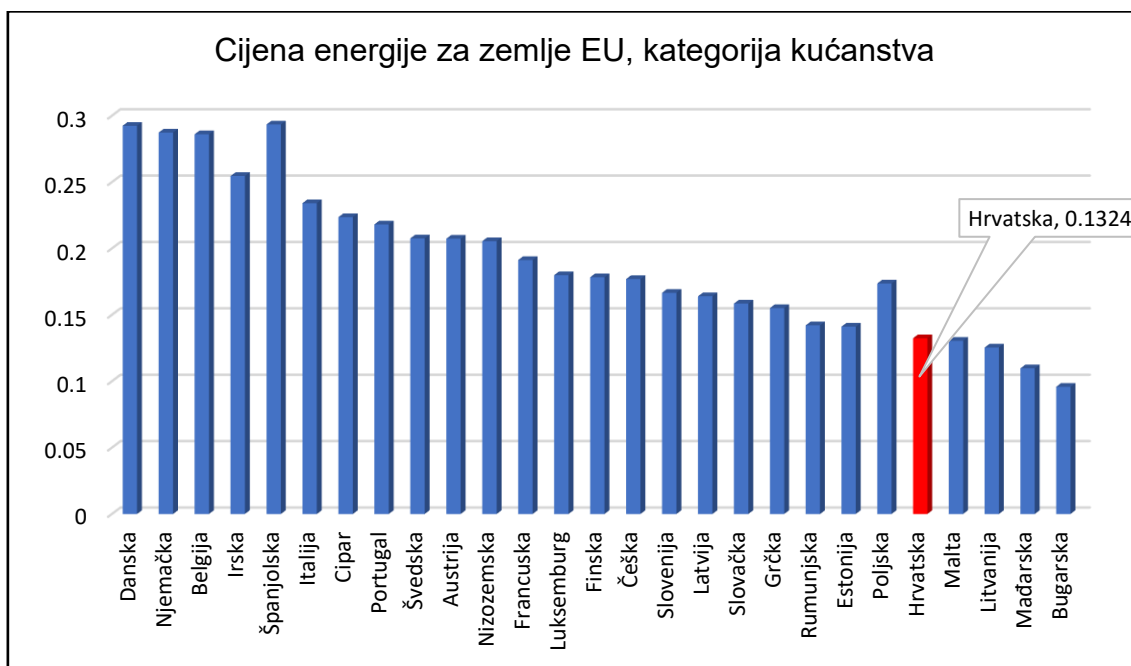
- Skupa obuka montera i osoblja
- Skupa oprema i alat
- Ne može se raditi u svim vremenskim uvjetima

- U principu , zbog mjera zaštite na radu , pojedini radni procesi traju duže
- Može doći do neplaniranih eventualni ispad dijela mreže na kojem se radi pod naponom uslijed pogreške operatera – neisporučena el. energija, naknade.

### 6.3. Ekonomski pokazatelji uštede

Na temelju podataka zemalja koje već neko vrijeme primjenjuju rad pod naponom mogu se procijeniti neki financijski pokazatelji. Cijena radnog sata operatera izražene u eurima (EUR): 8,22; cijena 1 kWh (EUR): 0,0476. Prosječna količina neisporučene el. energije tijekom 1 sata (kWh): 3500. Ako se ti podaci primjene na postrojenje hrvatskog distributera dobiju se interesantni podaci uštede po pojedinom radnom postupku. U nastavku, prvobitno slijedi statistička analiza o cijenama električne energije u zemljama Europske Unije, uključujući Hrvatsku (označeno crvenom bojom).

**Grafikon 1.** Cijena električne energije u zemljama EU, za potrošače iz kategorije kućanstva, druga polovica 2019. godine

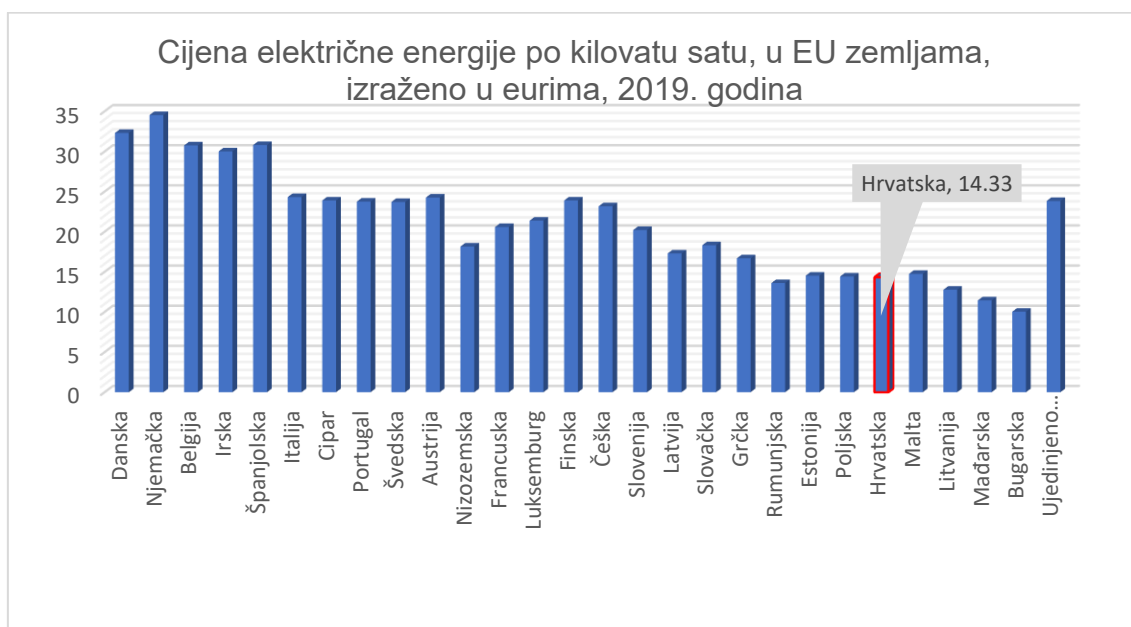


Izvor: Izradila studentica prema Eurostat. Statistički podaci o cijenama električne energije. Dostupno na: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity\\_price\\_statistics/hr](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics/hr). (3.11.2020)

Prema dobivenim statističkim podacima sa službenih stranica Eurostata, cijena električne energije (s uključenim PDV-om), za potrošače iz kategorije kućanstava, za drugu polovicu 2019. godine, najviše cijene električne energije su bile u Danskoj (0,29 EUR po kWh), a najniže cijene u Bugarskoj (0,10 EUR po kWh). Osim toga drugoj polovici 2019., cijene električne energije za potrošače koji nisu kućanstva u EU-27 najviše su bile u Cipru (0,18 EUR po kWh), a najniže u Danskoj (0,07 EUR po kWh). Statistički podaci za Hrvatsku pokazuju da je cijena električne energije, uključujući porez, za kategoriju kućanstava, iznosi 0,13 EUR po kWh). Prema tome, dobiveni podaci o kretanju cijena električne energije za potrošače iz kategorije kućanstava u Europskoj Uniji, pokazuju da Hrvatska zauzima mjesto u rangu s Maltom i Litvanijom te ima nižu cijenu električne energije u odnosu na susjednu Sloveniju (0,16 EUR po kWh). Inače, cijena

električne energije ovisi o „nizu različitih uvjeta koji su povezani s ponudom i potražnjom, što uključuje geopolitičku situaciju, diversifikaciju uvjeta, troškove mreže, troškove zaštite okoliša, povoljne i nepovoljne vremenske uvjete“. [8] Mogućnost poskupljenja električne energije je velika, prije svega zbog naknade za obnovljive izvore energije, koji će sigurno rasti i zbog cijene emisijskih kvota, pa je cijena kWh proizvedenog iz konvencionalnih izvora skuplja, a Hrvatska veliku količinu električne energije uvozi. [9]

**Grafikon 2.** Cijene električne energije u EU u 2019.godini, s godišnjom potrošnjom manjom od 2,500 kWh (u eurima po kilovat satu)



Izvor. Izradila studentica prema Eurostat,2019.

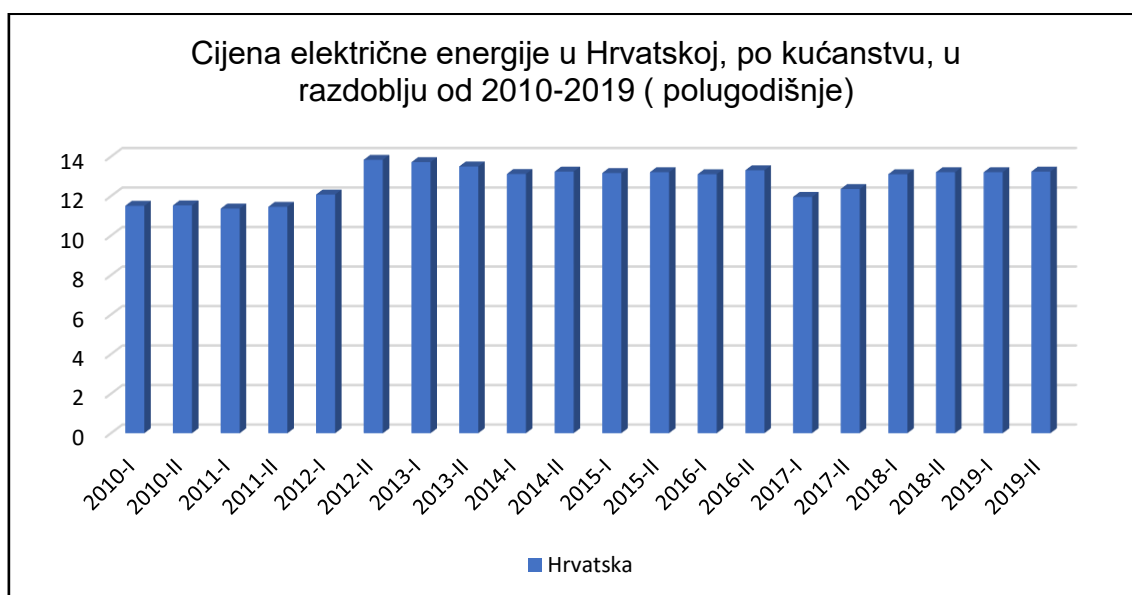
Na temelju dobivenih podataka o cijeni električne energije u zemljama Europske Unije za 2019 godinu, uočeno je da najveću cijenu električne energije ima Njemačka (35.53 euro centa po kWh), slijedi Danska (32.3 euro centa po kWh), Belgija (30.75 euro centa po kWh), Irska (30.01 euro centa po kWh) i Španjolska (29.25 euro centa po kWh). Najmanju cijenu električne energije po kWh ima Bugarska (10.03 euro centa po kWh). Hrvatska ima cijenu električne energije



14.33 euro centa po kWh. Nadalje, prema podacima koje je objavio Sönnichsen, rujan 21, 2020, prosječna cijena, u drugoj polovici 2018. godine iznosila je 21.13 euro centa po kWh.

Prosječna stopa promjene cijene električne energije u promatranom razdoblju iznosi 37,85. dok je prosječna cijena u promatranom razdoblju električne energije 93.83 (sukladno izračunatom prosjeku u excel formatu). [10]

**Grafikon 3.** Električna energija po kućanstvima , u Hrvatskoj , za razdoblje od 2010-2019. godine



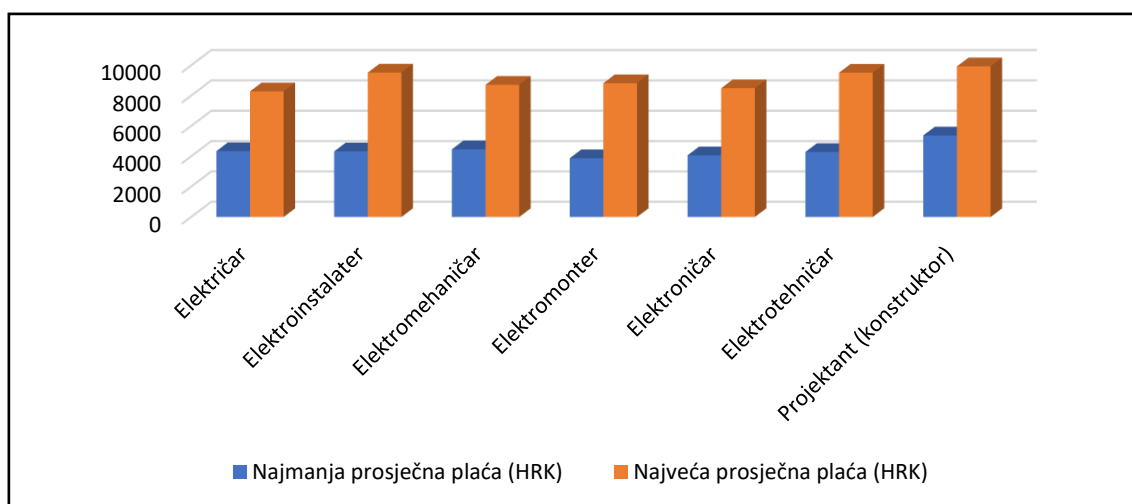
Izvor: Izradila studentica prema Statista,2020

Na temelju dobivenih podataka, u grafikonu 3, uočene su zanimljivosti glede cijena električne energije u promatranom razdoblju (2010-2019.godine), jer je uočen značajan porast u cijeni električne energije u Hrvatskoj. Dalje, ukupna prosječna cijena električne energije u Hrvatskoj u, promatranom razdoblju, iznosi 12,76 euro centa po kWh. Između, 2010.-2019. godine, cijena električne energije porasla na 1.173 euro centa po kWh. [11] U drugom dijelu 2019. godine, izračunat

je porast u iznosu od 13.24 euro centa po Kwh, [11], što je značajno veliki skok u porastu cijene električne energije.

U kategoriji „Opskrba električnom energijom“, raspon plaća radnika u Hrvatskoj, ide od 4. 408 HRK (hrvatskih kuna) - najmanja prosječna plaća za to područje rada, do 9 139 HRK- što je najviša prosječna plaća. Prema podacima službene stranice *Moja plaća.hr* , navode se različiti rasponi plaća za različita radna mjesta u području opskrbe električnom energijom, a prikazuju u grafikonu 4.

**Grafikon 4.** Prosječna plaća radnika u području električne energije za 2020. godinu



Izvor: Izradila studentica prema Moja plaća

<https://www.mojaplaca.hr/placa/opskrba-elektricnom-energijom>

Na temelju grafikona 4, uočene su manje značajne razlike u plaćama radnika koji rade u opskrbi električne energije u Hrvatskoj za 2020. godinu. Najmanju prosječnu plaću ima električar (4.324 HRK), dok najveću plaću radnika u opskrbi električne energije ima projektant - konzultant (9.930 HRK). Dobiveni podaci upućuju na niska primanja radnika u opskrbi električne energije s obzirom na složenost poslova koje obavljaju.

## **7.OSOBNA ZAŠTITNA SREDSTVA OPERATERA KOJI RADI POD NAPONOM**

Svaki operater mora imati osobna zaštitna sredstva (u daljnjem tekstu OZS) te je on odgovoran za održavanje i provjeru.OZS su obavezna za sve vrste radova pod naponom, osim ako nije posebno naglašena iznimka.Drugi operater koji se približi operateru ili slučajno dođe u dodir s operaterom izravno ili preko alata ili predmeta bilo koje vrste, mora imati OZS koja odgovaraju prirodi opasnosti kojoj je izložen operater.

### **7.1. Opasnost od kratkog spoja i električnog udara**

U slučaju opasnosti od kratkog spoja i električnog udara, da ograniči moguću opasnost od kratkog spoja i električnog udara, operater ne smije nositi nikakve metalne predmete ili privjeske oko zglobova na ruci ili oko vrata.

Vodeći računa o tome mora se paziti na:

- narukvice ili lančice koji vise,
- metalne vodljive dijelove koji mogu ispasti iz džepova i dovesti do kratkog spoja ili doći u dodir s fiksnim potencijalom ili s nekoliko različitih fiksnih potencijala.

Operaterima je strogo zabranjeno nošenje zaštitnih naočala ili naočala za sunce koje imaju metalne okvire i držače.

U korištenje osobnih zaštitnih sredstava, operateri moraju koristiti odgovarajuća utvrđena OZS(osobna zaštitna sredstva) određena temeljem analize opasnosti vodeći računa o uvjetima na mjestu rada i metodi rada koja se koristi. Ovi uvjeti primjenjuju se na operatera i sve one koji se nalaze na mjestu rada. Uz OZS koja

su propisana za radove u skladu s propisima i pravilima zaštite na radu, radu na visini, operateri moraju nositi OZS, te primjenjivati mjere sprječavanja električnog udara, te mjere sprječavanja kratkih spojeva.

## 7.2. Zaštita glave i zaštita tijela

Glava operatera mora biti zaštićena od posljedice:

- udaraca,
- električnog udara,
- kratkog spoja.

Glede udaraca, OZ je zaštitna kaciga s vezivanjem ispod brade.

Kod električnog udara, OZS koje štiti od posljedica električnog udara (udarci uslijed refleksnih reakcija) je zaštitna kaciga izrađena od sintetičkog materijala koja nema metalnih dijelova i ventilacijskih otvora.

Kratki spoj izaziva emisiju topline, UV zraka i prskanje iskri i komadića materijala. Od toplotnih učinaka zaštićuje štitnik za lice i zaštitna kaciga koja nema otvore za ventilaciju i koja se ne topi uslijed učinka električnog luka. Naočale i štit za lice zaštita su od UV zraka.

Zaštitu od prskanja komadića materijala čine zaštitne kacige i štitnici za lice.

Što se tiče prethodnih indikacija, zaštitna kaciga sa štitnikom za lice bez ventilacijskih otvora i bez opasnosti od topljenja prigodom pojave električnog luka najčešće su dovoljna zaštita glave.

Zaštitne naočale prihvatljive su samo u pojedinim okolnostima:

- kada se radi s motkama: operater je tada zaštićen od topline i prskanja materijala zbog udaljenosti od mjesta rada,
- kod spajanja i odspajanja vodiča ili instalacija, koje su tako projektirane i izvedene da štite operatera od topline i prskanja materijala, kao što su redne stezaljke, mjerne priključnice definirane u poglavlje 7. UIR – NN "Specijalni radovi" ili odgovarajući pribor s izoliranim kabelima,
- kontakt s izoliranim kabelima i izoliranim kontaktorima, tako da oni štite operatera od topline i prskanja materijala.

Kada se rad obavlja u električnoj pogonskoj prostoriji koja ima djelomično ili prirodno vodljivi pod, operater mora nositi specijalne čizme ili mora stajati na izolacijskom tepihu ili na izolacijskoj klupici. Primjerice, betonski pod smatra se prirodno vodljivim.

Po pitanju zaštite tijela, operater je obavezan nositi odjeću koja nema nikakvih metalnih zatvarača i pokriva sve dijelove tijela, osim glave i šaka. Odjeća koja bi mogla biti izravno izložena slučajnom učinku pojave električnog luka, mora biti izrađena od materijala koji se ne topi ili gori zbog luka ili otvorenog plamena. Kod pojma „izrađena od materijala koji se ne topi“ znači da je izrađena od materijala koji nije topljiv.

Mješavina pamuka i sintetike može ograničiti učinke električnog luka i spriječiti širenje plamena. Ako je nužno, operater smije obući odijelo koje ga pokriva, a koje pokriva njegovu osobnu odjeću, štiteći ga i ujedno zadovoljava (pokrivalo preko zaštitne odjeće uključuje, na primjer, kišnu kabanicu.) Operater mora osigurati da rukavi odjeće ne ponište električnu zaštitu izolacijskih rukavica, ako oni dođu u dodir s gornjim rukavicama. Jednostavni način da se osigura ovaj uvjet

je da se rukavi ulože u manžete rukavica. Tu još spada specifična zaštita s izolacijskim rukavicama (rad u dodiru). Za rad s izolacijskim rukavicama (rad u dodiru) predviđena je posebna zaštita s dodatnim rukavicama od silikonizirane kože ili se radi s kompozitnim izolacijskim rukavicama. Za efikasnu izolaciju, izolacijske rukavice pokrivene dodatnim kožnim rukavicama moraju imati završni dio najmanje 5 cm duži od gornjih rukavica. Izolacijske rukavice štite od električnog udara. Dodatne rukavice od silikonizirane kože koje se postavljaju preko izolacijskih rukavica predstavljaju:

- mehaničku zaštitu i
- zaštitu od topline nastale kratkim spojem.

Kompozitne izolacijske rukavice predstavljaju:

- zaštitu od električnog udara,
- mehaničku zaštitu i
- zaštitu od topline nastale kratkim spojem.

### 7.3. Pregled alata prije upotrebe te održavanje istih

U aktivnosti pregled alata prije rada, cjelokupan alat koji se upotrebljava mora biti utvrđen od Povjerenstva za RPN i dijeli se na osobni alat i zajednički alat.

Kada je u pitanju osobni alat, prije rada, osobni alat treba pregledati na mjestu rada. Svaki radnik mora se uvjeriti da je njegov osobni alat u dobrom stanju.

Kada je u pitanju zajednički alat, rukovoditelj radova je odgovoran za pregled zajedničkog alata. Tijekom pregleda, potrebno je voditi računa o specifičnim podacima iz specifikacije TOA (torbe osnovnog alata).



Slika 6. Torba osnovnog alata

Izvor: B.Ožanić, Sigurnost u primjeni električne energije, Karlovac:VUKA,2016

Kada su u pitanju, izolacijski dijelovi alata i opreme, uz čišćenje tih dijelova, treba pregledati slijedeće:

- trenutno stanje dijelova od izolacijskog materijala,
- trenutno stanje izolacije metalnih alata,

Alat koji je u zadovoljavajućem stanju nije jednak novom alatu.

Ako se kod izoliranog alata vidi metal ili postoji samo tanki sloj izolacijske presvlake, tada se takav alat mora odmah staviti izvan uporabe, popraviti ga ili zamijeniti novim. Postojanje rupa ili ogrebotina na bilo kojem dijelu izolacije alata (cjelovito ili djelomično oštećenje izolacije), izolacijskog materijala bez obzira je li fleksibilan ili je krut, Površinske pukotine ne sprječavaju da debeli izolacijski materijal ima ulogu izolatora ( primjerice, gumeni čekić).

Ako se ne može drugačije, a kako je opisano u TOA,

tijekom verifikacije rukavica, treba provesti ispitivanje vrteći krajeve rukavice namatanjem oko sebe.

Kada su u pitanju, ostali dijelovi alata, treba provjeriti :

- da nema vidljivih oštećenja (pukotina, deformacija itd.),
- da svi mehanizmi rade korektno,

Mehaničke greške na alatu mogu dovesti do posljedica koje su ozbiljne kao i kod grešaka na izolaciji.

- da nema slomljenih kabela, užadi i kopči na alatima i materijalu.

Nadalje, alati koji ne zadovoljavaju pregled

- dobiti oznaku „Nije za uporabu“
- uz obavijest o oštećenju moraju biti poslani u ispitni laboratorij .

Ova informacija je posebno značajna za otkrivanje anomalija ili sistemskih grešaka kod proizvodnje alata.



Glede održavanje alata, mora biti **periodičko ispitivanje alata**. To znači da izolacijske motke i hidraulička crijeva moraju proći redovito ispitivanje najmanje jedanput godišnje, koje se provodi u ispitnom laboratoriju. Alat se mora pripremiti (očistiti i osušiti) za periodičko ispitivanje. Poslodavac je dužan imenovati osobu koja obavlja pripremu alata za periodičko ispitivanje.

Svaki alat koji ne zadovolji kod ispitivanja mora:

- odmah biti uklonjen iz uporabe
- označiti naljepnicom „Nije za uporabu“.

U svakom poduzeću, poslodavac mora imenovati odgovornu osobu zaduženu za praćenje provedbe propisanog periodičkog ispitivanja. Odgovorna osoba zadužena za praćenje periodičkog ispitivanja mora voditi dnevnik s datumima ispitivanja i rezultatima ispitivanja.

Glede **svakodnevnog održavanja alata**, alati moraju biti čisti i u dobrom radnom stanju (uključivo i izolacijske dijelove izoliranih alata). Ako se traži pranje, tada ono treba provoditi sa sapunom.

## 8. TEHNOLOGIJA ČIŠĆENJEM GRANULAMA UGLJIČNOG DIOKSIDA

Tehnologija čišćenja suhim ledom relativno je novi proces čišćenja koji se koristi čvrstim CO<sub>2</sub> kuglicama (poznate i kao suhi led). Tehnologija čišćenja suhim ledom relativno je novi proces čišćenja koji se koristi čvrstim peletama CO<sub>2</sub> (poznate i kao suhi led). Suhi led, „nakon udara u površinu koja se tretira, sublimira, (pretvara se direktno iz čvrstog stanja u CO<sub>2</sub> (ugljičnog oksid) te tako ne ostavlja talog, opasni otpad ili otrovne pare. Primjena tehnologije kod održavanja elektropostrojenja - nema prekida napajanja kupaca, izuzetna kvaliteta čišćenja i to bez oštećenja tretirane opreme. CO<sub>2</sub> je, kao prirodan plin, potpuno neotrovan, bez boje je i bez mirisa. Proizvodnja suhog leda funkcionira kroz postupak koji je vrlo sličan pjeskarenju te se koriste granule „suhog leda“ u obliku peleta, koje se na temperaturi od -79°C pomoću mlaznog uređaja ubrzavaju do brzine više od 150 m/s i tako se sloj prljavštine u sekundi ohladi. S tim da stvaranjem napuklina i krtošću prljavština se odvaja pomoću struje komprimiranog zraka. Informativno, suhi led isparava (sublimira) i prljavština ostaje na dnu. Za čišćenje metodom suhog leda potrebno je imati: kompresor (slika 7) koji se koristi za osiguravanje dovoljne količine zraka i brzine strujanja zraka za apliciranje smrznutih granula CO<sub>2</sub> na onečišćenu površinu, sušac ,a to uređaj koji uzima zrak iz okoline koji u sebi sadrži određeni postotak vlage. Funkcija sušača zraka je da anulira vlažnost zraka, što je jako važno kod čišćenja uređaja i postrojenja pod naponom.

Metoda tehnike čišćenjem granulama ugljičnog dioksida su prije svega u brzini, ekonomičnosti, nema uporabe kemikalija i vode i bez oštećivanja površina. Smanjuje se količina otpada što u mnogome zadovoljava ekološki aspekt rada s ovom tehnikom. Za proizvodnju suhog leda potrebno je imati spremnik tekućeg ugljičnog oksida, aparat za proizvodnju suhog leda (peletizer) i kontejner za čuvanje suhog leda, dok je za čišćenje suhim ledom potrebno je imati: kompresor, stroj za čišćenje, spojne cijevi i mlaznice.



**Slika 7.** Kompresor

Izvor: J. Vrus, *Čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida (suhi led)*, Zagreb: Tensio - wat, 2020.

Kompresor se koristi za osiguravanje dovoljne količine zraka i brzine strujanja zraka za apliciranje smrznutih granula CO<sub>2</sub> na onečišćenu površinu.



**Slika 8:** Sušač zraka

Izvor: J. Vrus, *Čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida (suhi led)*, Zagreb: Tensio - wat, 2020.

**Sušač zraka** - kompresor uzima zrak iz okoline koji u sebi sadrži određeni postotak vlage. Sušač anulira vlažnost zraka, što je jako važno kod čišćenja uređaja i postrojenja pod naponom.



Slika 9. Uređaj za čišćenje suhim ledom

Izvor: J. Vrus, Čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida (suhi led),  
Zagreb: Tensio - wat, 2020.

Uređaj za čišćenje suhim ledom dozira granule  $\text{CO}_2$  ovisno o vrsti podloge i stupnju onečišćenja opreme koja se čisti.

Tu su još :agregat za proizvodnju električne energije (slika 10), spojne cijevi uređaja za čišćenje suhim ledom (slika11), patentirana motka za čišćenje pod naponom (slika 12).U nastavku slijedi prikaz slika navedenih alata.



**Slika 10.** Agregat za proizvodnju

**Slika 11.** Spojne cijevi uređaja za čišćenje suhim ledom električne energije

Izvor: J. Vrus, *Čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida (suhi led)*,  
Zagreb: Tensio - wat, 2020.



**Slika 12.** Patentirana motka za čišćenje pod naponom

J. Vrus, *Čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida (suhi led)*,  
Zagreb: Tensio - wat, 2020.

Za potrebe tehničkog rada čišćenja metodom suhog leda, navodi se da kako uređaj za suhi led i sušač zraka koriste za rad električne energije uz agregat s čime se osigurava autonomija cijelog postupka čišćenja, tako da ne ovisi o napajanju el. energijom na terenu.

### 8.1. Primjeri čišćenja TS metodom

Najupečatljiviji prikaz čišćenja TS metodom su prikazi slika na različitim radnim mjestima, u različitim gradovima Hrvatske.

Slike (13 i 14) prikazuje čišćenje TS 10(20)/0,4 kV na radno mjesto KRIŽ 19-VTS VINOGRADSKA -Slike prikazuje kako je izgledalo prije čišćenja i nakon čišćenja. Prikazane slike predočuju koliko je čišćenje metodom TS daje dobre rezultate.



Slika 13. Čišćenje TS metodom (prije)

Slika 14. Čišćenje TS metodom, Križ, VTS Vinogradska (poslije)

Izvor: J. Vrus, *Čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida (suhi led)*,  
Zagreb: Tensio - wat, 2020



Slike (14 i 15) prikazuju čišćenje TS 10/0,4 kV na radnom mjestu Sirač 3-Kumal, Terenska jedinica Daruvar



Slika 15. Čišćenje TS metodom, radno mjesto Daruvar ( prije)

Slika 16. Čišćenje TS metodom, radno mjesto Daruvar (poslije)

Izvor: J. Vrus, *Čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida (suhi led)*,  
Zagreb: Tensio - wat, 2020

Serijska slika (16 i 17) prikazuje čišćenje TS 10/0,4 kV Gojlo-4-Paletara, terenska jedinica Kutina

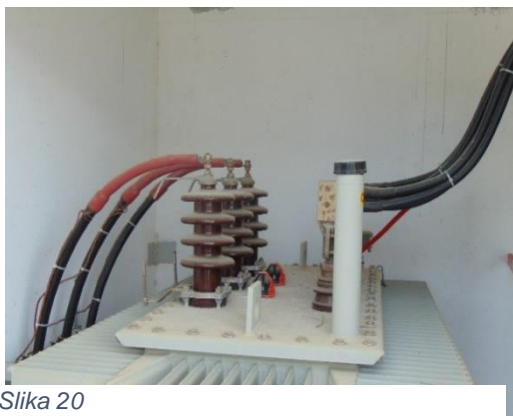


Slika 17. Čišćenje TS metodom, Kutina (prije)

Slika 18. Čišćenje TS metodom, Kutina (poslije)

Izvor: J. Vrus, *Čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida (suhi led)*,  
Zagreb: Tensio - wat, 2020

Slijedi prikaz čišćenja (slika 19 i 20) TS metodom, 10/0,4 kV radno mjesto  
MalaSlatina 2, Elektra Zadar - POSOLICE.



Slika 19. Čišćenje TS metodom, Zadar (prije)

Slika 20. Čišćenje TS metodom, Zadar (poslije)

Izvor: J. Vrus, *Čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida (suhi led)*,  
Zagreb: Tensio - wat, 2020

## 8.2. Primjer čišćenja KTS metodom

Prema procjeni koju su izvršio Tensio-wat d.o.o., Zaprešić, uz stručnjaka Jurica Vrus, oec, pokazuju da je dovoljno oko 2 sata da se završi postupak čišćenja. Ukoliko je TS većih dimenzija ili se obavlja čišćenje nakon požara pa se skida i čađa sa zidova i opreme čišćenje može trajati i puno duže. Glede pokazatelja pouzdanosti opskrbom električnom energijom, ova tehnologija doprinosi poboljšanju jer nema isključivanja potrošača i a time i prekida u opskrbi što će uvođenjem penalizacije od strane regulatornih tijela biti sve više prisutno. U nastavku slijedi prikaz slika (slika 21, slika 22 i slika 23), čišćenje prije i poslije KTS 129 10/0,4 kV, na radnom mjestu Šarengradska 5, Elektroslavonija Osijek



a ukazuje na dobre rezultate primjene KTS metode s obzirom na zahtjevnost radnog mjesta.



Slika 21.KTS metoda, Osijek

Slika 22.KTS metoda, Osijek

Izvor: J. Vrus, *Čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida (suhi led)*,  
Zagreb: Tensio - wat, 2020



Slika 23.KTS metoda Osijek

Izvor: J. Vrus, *Čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida (suhi led)*,  
Zagreb: Tensio - wat, 2020

Slika 22 prikazuje izgled ulaz prije čišćenja KTS metodom, dok slika 23 prikazuje dio očišćenog stropa i slika 23 prikazuje ulaz nakon čišćenja. Slike zorno prikazuju učinkovitost TS i KTS metodom.

### 7.3. Edukacijske strategije za rad u elektropostrojenjima

Ono što je ključno u primjeni TS i KTS metodom je da, radnici koji rade na čišćenju, trebaju dobiti odgovarajuću dodatnu edukaciju te u cijelosti upoznati tehnike čišćenje pod naponom – granulama ugljičnog dioksida (suhim ledom). Kako će se edukacija sprovesti, ovisi o samom poduzeću. Primjerice, pandemija COVID dovela je mnoge radnike u poziciju da prate različite edukacije online-webinari. Moguće je odraditi edukacije na takav način. Ali najbolja praksa i edukacija su u biti edukacije na licu mjesta uz prisutnost stručnjaka koji će prenijeti primjerena znanja o tehnikama čišćenja pod naponom- granulama ugljičnog dioksida (suhim ledom).

Jedan od prijedloga za edukaciju su snimanja postupka tehnike čišćenja pod naponom - granulama ugljičnog dioksida. Bilo bi zahvalno to snimiti stručno i u nekom odgovarajućem programu kako radnici mogli više puta pregledati traženu snimku. Snimka bi morala imati pisane upute. Ovakav oblik edukacije zahtijeva određene informatičke vještine za onoga koji gleda snimke, a posebno za onog koji radi videosnimku.

Dobar prijedlog je izrada kratkog Priručnika sa svim pojašnjenjima o postupku tehnike čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida. Kako je Hrvatska članica Europske Unije, moguće je zatražiti određena sredstva putem apliciranja na strukturne fondove EU i dati ciljani opis projekta za ovu tehniku čišćenja i uvrstiti u sam projekt ideju o Priručniku.

## 9. ZAKLJUČAK

U zaključnim razmatranjima, tehnika čišćenja elektropostrojenja je zahtjevna. Ne traži samo stručnjake koji će to obaviti već i odgovarajuće načine koji će na jednostavan i ekološki način zadovoljiti i omogućiti kontinuitet opskrbe električnom energijom bilo u kojem dijelu Europe.

Kratki opis mjera sigurnosti od općenitih, organizacijskih i tehničkih mjera sigurnosti, upućuju na striktno pridržavanje zakonskih propisa i zakona te točno opisanih načina pridržavanja tih mjera. Suština tih mjera nisu samo prikaz stručnosti radnika koji rade poslove održavanja električne energije, točnije, u ovom slučaju, radne poslove na elektropostrojenjima već očuvanje zdravlja i života radnika. Dodatno, opis uvjeta rada (ekološki, stručni i zdravstveni) ukazuje prethodnu konstataciju-očuvanje zdravlja i života radnika.

Po pitanju, mjere opreza u odnosu na srednji napon) ili visok napon sustava i instalacije, operater mora paziti na udaljenost koja najmanje mora između svih dijelova njegova tijela i neizoliranih vodljivih dijelova koje bi mogao dodirivati, srednjeg napona ili visokonaponskih vodova, neizoliranih dijelova ili svih neizoliranih dijelova koji su u dodiru s njime.

Uočen je veliki broj prednosti rada metode čišćenja suhim ledom jer omogućuje neometanu proizvodnju, održavanje postrojenja bez prekida u isporuci električne energije i minimizirana oštećenja tretirane opreme.

Rad je predložio različite edukacijske strategije kako što veći broj radnika u području opskrbe električnom energije dobio što kvalitetnu edukaciju.

Glavna vodilja u ovom radu je zdravlje i sigurnost radnika s obzirom na visoku razinu složenosti radnih zadaća.

## 10.LITERATURA

- [1] HEP Vjesnik, *Pravila i mjere sigurnosti pri radu na električnim postrojenjima*, 2020: HEP, 2020.
- [2] B. Ožanić, *Sigurnost u primjeni električne energije*, Karlovac: VUKA, 2016.
- [3] HZN, *Hrvatski normativni dokument*, Zagreb: Hrvatski zavod za norme, 2013.
- [4] K. Vukorepa i A. Burger, *Sigurnost i osnove zaštite*, Zagreb: Kontrol Biro, Društvo za osiguranje kvalitete, 2020.
- [5] S. Telebec, *Uvod u zaštitu na radu-priručnik*, Zagreb: Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, 2016.
- [6] Đ. Čizmar, »Primjena pravila zaštite na radu u odnosu na osobe na radu,« *Sigurnost : časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini*, svez. 3, pp. 257 - 261, 2015.
- [7] D. Raljević i D. Sokač, *Čišćenje pod naponom- granulama ugljikovog dioksida (IV) oksida (suhim ledom)*, Opatija: Hrvatski ogranak međunarodne elektrodistribucijske konferencije - HO CIRED, 2018.
- [8] Eurostat, *Cijena električne energije u kategoriji kućanstava*, EU: Eurostat, 2019.
- [9] Energetika Net, *Cijena električne energije među najnižima u EU*, Zagreb: Energetika Net.com, 2020.
- [10] N. Sönnichsen,, *EU-28: household prices of electricity by country in 2019*, EU: Statista, 2020.
- [11] N. Sönnichsen, *Electricity prices for households in Croatia 2010-2019, semi-annually ((in euro cents per kilowatt hour)*, EU: Statista, 2020.
- [12] Statista, *EU-28: household prices of electricity by country in 2019*, EU: EU, 2020.

- [13] Portal Sigurnost, *Stručni skup – Kako dodatno unaprijediti sigurnost i zaštitu zdravlja na radu?*, Zagreb: ZIRS, 2019.
- [14] J. Vrus, *Čišćenja pod naponom-granulama ugljičnog dioksida (suhi led)*, Zagreb: Tensio - wat, 2020.

## 11. PRILOZI

### 11.1. Popis simbola

HEP-Hrvatska elektroprivreda  
KN -Kilo njutn (kN - Metrički), masa  
V-volti  
NN- niski napon  
Km/h- kilometara po satu  
m-metar  
TS- Transformatorska stanica  
SN -Srednji napon  
VN -Visoki napon  
OZS (osobna zaštitna sredstva)  
kWh- kilovat po satu  
EUR-euro  
kV-kilovat  
MUP-  
UV-ultraljubičasto zračenje  
TOA -torba osnovnog alata  
Co2-ugljikov oksid  
TS metoda-  
UIR-Uvjeti izvođenja pod naponom  
RPN- rad pod naponom

### 11.2. Popis slika

Slika 1. Utvrđivanje, pregled i određivanje čišćenja i mogućih opasnosti .....	15
Slika 2. Pregled i čišćenje alata .....	15
Slika 3. Čišćenje izolatora četkom .....	16
Slika 4. Čišćenje unutrašnjosti TS usisavačem .....	16
Slika 5. Čišćenje dijelova na transformatoru sa zaobljenom četkom .....	17
Slika 6. Torba osnovnog alata .....	30
Slika 7. Kompresor .....	34
Slika 8: Sušac zraka .....	34
Slika 9. Uređaj za čišćenje suhim ledom .....	35
Slika 10. agregat za proizvodnju .....	36
Slika 11. Spojne cijevi uređaja za čišćenje suhim ledom električne energije ....	36
Slika 12. Patentirana motka za čišćenje pod naponom .....	36
Slika 13. Čišćenje TS metodom .....	37
Slika 14. Čišćenje TS metodom, Križ, VTS Vinogradska (poslije) .....	37
Slika 15. Čišćenje TS metodom, radno mjesto Daruvar ( prije) .....	38
Slika 16. Čišćenje TS metodom, radno mjesto Daruvar (poslije) .....	38
Slika 17. Čišćenje TS metodom, Kutina (prije) .....	38

Slika 18. Čišćenje TS metodom, Kutina (poslije).....	38
Slika 19.Čišćenje TS metodom, Zadar (prije).....	39
Slika 20. Čišćenje TS metodom, Zadar (poslije).....	39
Slika 21.KTS metoda, Osijek.....	40
Slika 22.Kts metoda, Osijek.....	40
Slika 23.KTS metoda Osijek.....	40

### 11.3. Popis shema

Shema 1. Mjere sigurnosti pri radovima na elektropostrojenjima .....	5
Shema 2. Glavni prikaz uvjeta okoliša za rad a elektropostrojenjima .....	11

### 11.4. Popis grafikona

Grafikon 1. Cijena električne energije u zemljama EU ,za potrošače iz kategorije kućanstva druga polovina 2019.godina .....	22
Grafikon 2.Cijene električne energije u EU u 2019.godini, s godišnjom potrošnjom manjom od 2,500 kWh (u eurima po kilovat satu) [7] .....	23
Grafikon 3. Električna energija po kućanstvima , u Hrvatskoj , za razdoblje od 2010-2019. godine .....	24
Grafikon 4.Prosječna plaća radnika u području električne energije .....	25

### 11.5. Popis Tablica

Tablica 1. Definicije vezane za siguran rad .....	3
Tablica 2.Minimalni zračni razmak između dijelova na različitim potencijalima .	18