

# MJERE ZAŠTITE U OBJEKTIMA I POSTROJENJIMA HIDROELEKTRANE

---

Jurić, Alen

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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:128:518375>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-13**



**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

Alen Jurić

# **MJERE ZAŠTITE U OBJEKTIMA I POSTROJENJIMA HIDROELEKTRANE**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2023.

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

Alen Jurić

**PROTECTION MEASURES IN  
HYDROELECTRIC POWER PLANTS  
AND FACILITIES**

Final paper

Karlovac, 2023.

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

Alen Jurić

# **MJERE ZAŠTITE U OBJEKTIMA I POSTROJENJIMA HIDROELEKTRANE**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Filip Žugčić, mag. ing. el.

Karlovac, 2023.



## 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: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2023.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Alen Jurić

Matični broj: 0416619014

Naslov: **Mjere zaštite u objektima i postrojenjima hidroelektrane**

Opis zadatka:

U radu ću pojasniti pojam hidroelektrane, dijelove hidroelektrane i sam princip rada. Osvrnut ću se na potrebne mjere zaštite u objektima i postrojenjima hidroelektrane te primjenu zaštitne opreme i važnost označavanja postrojenja.

Koristiti se stručnom literaturom, radnim materijalima, Zakonima i Pravilnicima, ostalom stručnom literaturom i konzultirati se s mentorom. Završni rad izraditi sukladno Pravilniku VUKA.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

Mentor: Filip Žugčić, mag.ing.el.

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

## PREDGOVOR

Izjavljujem da sam rad izradio samostalno, koristeći se stečenim znanjem tijekom studiranja i korištenjem stručne literature.

Zahvaljujem se svojoj obitelji koji su tijekom ovih godina mog školovanja bili strpljivi, pružali mi podršku, ljubav i razumijevanje.

Zahvaljujem se mentoru Filipu Žugčiću na kvalitetnim savjetima i pomoći tijekom pisanja završnog rada.

Zahvaljujem se svojoj supruzi Ana-Mariji na neizmjerne podršci i razumijevanju tijekom pisanja i izrade ovog rada, riječima podrške i motivacije za krajnji uspjeh.

Uspjeh nije nešto što se samo događa, uspjeh se naučio, uspjeh se trenira, a onda se dijeli s drugima – Sparky Anderson.

## SAŽETAK

Hidroelektrane su elektroenergetska postrojenja i ujedno važan izvor električne energije. Jedna od značajnih karakteristika hidroelektrana je proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora. Osim što proizvodnja električne energije iz hidroelektrane dovodi do smanjenja zagađenja okoliša, hidroelektrane sadrže veliki potencijal za proizvodnju električne energije s smanjenim utjecajem na okolinu. Pogon za generiranje električne energije u Hrvatskoj čini 28 hidroelektrana raspoređenih u 3 proizvodna područja. U tom pogledu Hrvatska iskorištava puni potencijal prirodnih resursa.

Ključne riječi: hidroelektrana, električna energija, opasnosti, mjere i zaštita, sigurnost, zaštitna oprema, znakovi.

## ABSTRACT

Hydroelectric plants are power plants and at the same time an important source of electricity. One of the important characteristics of hydroelectric power plants is the production of electricity from renewable sources. In addition to the fact that the production of electricity from a hydroelectric power plant leads to a reduction in environmental pollution, hydroelectric power plants contain a great potential for the production of electricity with a reduced impact on the environment. The plant for generating electricity in Croatia consists of 28 hydroelectric power plants distributed in 3 production areas. In this regard, Croatia exploits the full potential of natural resources.

Key words: hydroelectric power plant, electricity, dangers, measures and protection, security, protective equipment, signs.

# SADRŽAJ

|  |     |
|--|-----|
| ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....   | II  |
| PREDGOVOR.....   | III |
| SAŽETAK.....   | IV  |
| 1. UVOD .....  | 1   |
| 1.1 Predmet i cilj rada .....  | 1   |
| 1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja .....                               | 1   |
| 2. HIDROELEKTRANA .....  | 2   |
| 2.1. Podjela hidroelektrana .....  | 3   |
| 2.2. Osnovni dijelovi hidroelektrane .....                                     | 5   |
| 2.2.1. Brana hidroelektrane.....   | 5   |
| 2.2.2. Zahvat vode.....  | 6   |
| 2.2.3. Vodna komora.....   | 6   |
| 2.2.4. Dovod vode.....   | 7   |
| 2.2.5. Tlačni cjevovod .....   | 7   |
| 2.2.6. Vodne turbine .....   | 8   |
| 2.2.7. Generator .....   | 8   |
| 2.2.8. Strojarnica.....  | 8   |
| 3. MJERE ZAŠTITE U OBJEKTIMA I POSTROJENJIMA HIDROELEKTRANE .....              | 9   |
| 3.1. Površine za kretanje radnika.....   | 9   |
| 3.1.1. Mjere zaštite pri kretanju radnika .....                                | 9   |
| 3.2. Opasnosti od rotirajućih i pomoćnih dijelova stroja .....                 | 10  |
| 3.2.1. Mjere zaštite od rotirajućih i pomoćnih dijelova stroja .....           | 10  |
| 3.3. Generatori, transformatori i električna postrojenja.....                  | 10  |
| 3.3.1. Mjere zaštite .....   | 11  |
| 3.4. Opasnost od udara električne struje .....                                 | 11  |
| 3.5. Požari u strojarnici .....  | 12  |
| 3.5.1. Primjenjiva pravila zaštite u strojarnicama .....                       | 12  |
| 3.6. Štetnosti fizikalnih obilježja u strojarnici.....                         | 13  |
| 3.7. Ostala pravila zaštite na radu u hidroelektrani .....                     | 14  |
| 4. SEDAM NAČINA KAKO UČINITI HIDROELEKTRANU SIGURNIJIM RADNIM<br>MJESTOM ..... | 15  |
| 5. OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA .....  | 19  |



|  |    |
|--|----|
| 5.1. Sredstva za zaštitu glave.....                            | 19 |
| 5.2. Zaštitne cipele i zaštitna elektroizolacijska obuća ..... | 20 |
| 5.3. Zaštitne rukavice.....                                    | 22 |
| 5.4. Zaštitna odjeća prema zaštitnim svojstvima .....          | 23 |
| 5.4.1. Zaštitna odjeća za zaštitu od mehaničkih opasnosti..... | 23 |
| 5.4.2. Zaštitna odjeća za zaštitu od gibajućih dijelova.....   | 24 |
| 5.5. Zaštitna oprema za zaštitu organa za disanje.....         | 25 |
| 6. ZNAKOVI OBAVIJESTI, UPOZORENJA I ZABRANE .....              | 28 |
| 6.1. Vrste znakova.....  | 29 |
| 7. ZAKLJUČAK.....  | 31 |
| 8. LITERATURA.....   | 32 |
| 9. POPIS SLIKA.....  | 34 |
| 10. POPIS TABLICA.....   | 35 |

## 1. UVOD

Električna energija prikazuje jedan od najčišćih izvora energije. Različiti su načini dobivanja električne energije. Najprihvatljiviji su načini dobivanja iz obnovljivih izvora energije kao što su hidroelektrane, solarne elektrane i vjetroelektrane. Od obnovljivih izvora energije upravo hidroelektrane su najraširenije zbog upotrebe vode, tj. volumnog protoka koji je stabilan i konstantan tokom godine.

Hidroelektrane su najznačajniji izvor električne energije i spadaju u obnovljive izvore energije. Hidroelektrane pretvaraju energiju rijeke, prirodnu ili umjetno stvorenu u obnovljivu električnu energiju. Proces započinje pretvorbom potencijalne energije u masama vode koje se nalaze na nadmorskoj visini većoj od one na kojoj se nalazi turbina postrojenja.

### 1.1. Predmet i cilj rada

Predmet završnog rada je prikazati mjere zaštite i sigurnosti u objektima i postrojenjima hidroelektrane. Cilj rada je proučiti pojam hidroelektrane, osnovne dijelove hidroelektrane i princip rada te prikazati potrebne mjere zaštite u svrhu unapređenja sigurnosti radnika u hidroelektranama.

### 1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Literatura je prikupljena od strane HEP-ODS Elektrolika Gospić. Prilikom pisanja završnog rada služio sam se stručnim radovima i člancima iz područja sigurnosti i zaštite u hidroelektranama.

## 2. HIDROELEKTRANA

Hidroelektrane su elektroenergetska postrojenja koja su izgrađena na riječnim tokovima, na mjestima prikladnim za energetska iskorištavanje potencijalne energije vode. Hidroelektrane su važan izvor električne energije u elektroenergetskom sustavu i ubrajaju se u obnovljive izvore električne energije. Osim proizvodnje električne energije, hidroelektrane osiguravaju opskrbu vodom, obranu od poplava, navodnjavanja i odvodnje [1].

U sustav hidroelektrane spadaju sve građevine i uređaji koji služe za skupljanje, dovođenje i odvođenje vode, te za pretvorbu energije i odvod proizvedene električne energije [2].

Hidroelektrana je proizvodno postrojenje koja sadrži jednu proizvodnu jedinicu pretvorbe energije hidropotencijala u električnu energiju. Hidroelektrane se sastoje od građevina i uređaja za usporavanje vode i regulaciju protoka vode (akumulacije i brane), za dovod i odvod vode (kanali, tuneli i tlačne cijevi) i strojarnice u kojoj su smještene proizvodne jedinice u kojima se potencijalna energija vode pretvara u mehaničku energiju pomoću vodne turbine, a zatim mehanička energija se pretvara u električnu energiju pomoću generatora [2].

Hidroelektrane se prema instaliranoj snazi dijele na [2]:

- Velike hidroelektrane – veće od 100 MW
- Srednje hidroelektrane – 10 – 100 MW
- Male hidroelektrane – 0.5 – 10 MW
- Mini hidroelektrane – 100 – 500 kW
- Mikro hidroelektrane – 5 – 100 kW
- Piko hidroelektrane – od par stotina W do 5 kW

## 2.1. Podjela hidroelektrana

Prema položaju gdje se strojarnica nalazi u odnosu na branu, imamo dva osnovna tipa hidroelektrane:

- pribranska hidroelektrana
- derivacijska hidroelektrana

Pribranske hidroelektrane grade se na rijekama dovoljno visokih obala, što podrazumijeva da se strojarnica nalazi uz branu. Ako se strojarnica nalazi u sastavu brane, onda se smatra da je riječ o posebnom tipu pribranske hidroelektrane. Tu je svaki agregat smješten u posebnom proširenom stupu koji se nalazi između dva protočna polja za propuštanje velikih voda. Strojarnica može biti odvojena od brane i nalaziti se nizvodno, a voda se dovodi pomoću turbina kroz tlačni cjevovod [1].

Kod derivacijskih hidroelektrana, strojarnica s generatorom i turbinom udaljena je od akumulacijskog jezera, a voda se dovodi tlačnim cjevovodom ili dovodnim kanalom [1].

Hidroelektrane se mogu podijeliti u par skupina prema svojim obilježjima [1], [2]:

### I. prema padu: niskotlačne, srednjotlačne i visokotlačne hidroelektrane

Niskotlačne hidroelektrane su hidroelektrane koje koriste pad vode koji je manji od 50 metara. Primjer niskotlačnih hidroelektrana su riječne hidroelektrane, a mogu biti pribranske i derivacijske.

Srednjotlačne hidroelektrane su hidroelektrane koje koriste pad vode do 200 m. Kod srednjotlačnih hidroelektrana energija vode se djelom provodi u kinetičku energiju.

Visokotlačne hidroelektrane su one hidroelektrane koje koriste pad vode veći od 200 metara. One mogu biti pribranske, derivacijske ili kombinirane visokotlačne hidroelektrane.

- II. prema smještaju: nadzemne (strojarnica smještena iznad razine tla) i podzemne (strojarnica smještena ispod razine tla)
- III. prema mogućnosti regulacije protoka: protočne i akumulacijske hidroelektrane

Protočne hidroelektrane upotrebljavaju vodu kako dotječe. Kinetička energija se koristi direktno za pokretanje turbina. Prednost protočne hidroelektrane je što nemaju veliki utjecaj na okoliš, dok im je manjak zapravo što ovise o raspoloživom vodenom toku [2].

Akumulacijske hidroelektrane upotrebljavaju potencijalnu energiju akumulacijskog jezera. Prednosti akumulacijske hidroelektrane su akumulacije pristupačnog izvor energije, a nedostaci su otežan pogon, ili kompletni zastoj u toplim mjesecima zbog nedostatka vodenog toka [2].

- IV. prema namjeni u elektroenergetskom sustavu: temeljne, vršne i regulacijske hidroelektrane

Temeljne hidroelektrane su one hidroelektrane koji tijekom dijela godine neprestano proizvode jednake količine električne energije i s takvim principom rada pokrivaju temeljni dio dijagrama opterećenja.

Vršne hidroelektrane koriste elektroenergetskom sustavu za pokrivanje vršnog dijela dijagrama opterećenja za što se koristi veći dio proizvodnje.

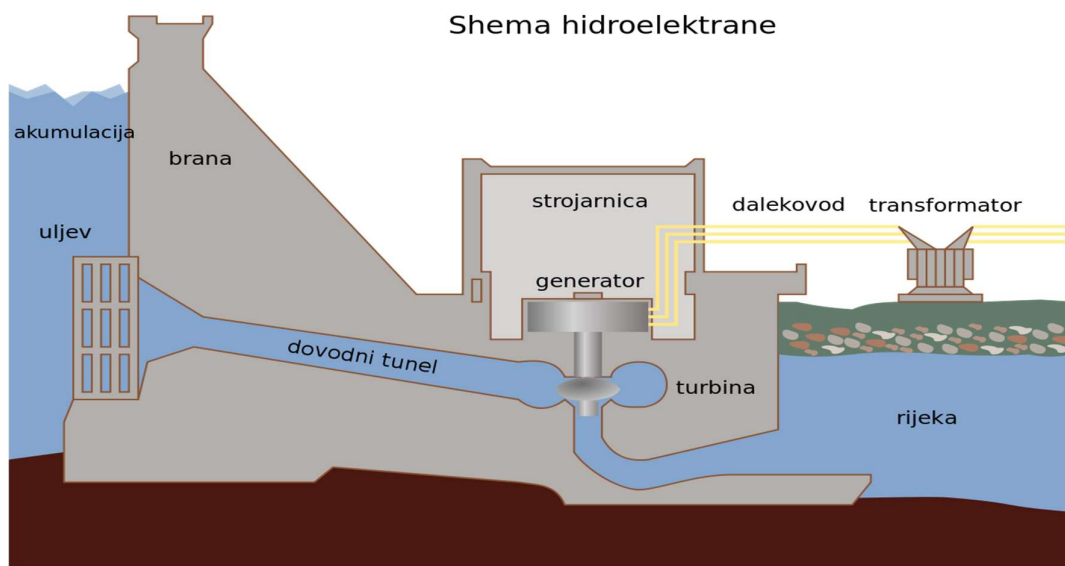
Regulacijske hidroelektrane služe za kompenziranje poremećaja koji je uzrokovao odstupanje frekvencije u elektroenergetskom sustavu s ciljem osiguravanja potrebne pričuve sekundarne regulacije [1].

- V. prema raspodijeli energije: crpno – akumulacijske hidroelektrane

Uvjet za rad crpno – akumulacijske hidroelektrane je višak energije u sustavu koji se koristi za povratak vode u akumulaciju crpnim postrojenjem, a ona se potom koristi za proizvodnju električne energije prema potrebi samog sustava [2].

## 2.2. Osnovni dijelovi hidroelektrane

Osnovni dijelovi hidroelektrane su prikazani na slici 1 i sastoji se od ustava i brana na akumulaciji, ulazni uređaj (vodozahvat), dovodne građevine i uređaji (kanali i tuneli), vodna i zasunska komora, tlačni cjevovod, strojnica (turbina, generator), odvodne građevine i uređaji (difuzor, tunel, kanal) i rasklopno postrojenje za prihvatanje električne energije koja se predaje u elektroenergetski sustav [1].



Slika 1. Shema hidroelektrane [2]

### 2.2.1. Brana hidroelektrane

Brana je temeljni dio kompletnog postrojenja hidroelektrane. Protočne hidroelektrane ne zahtijevaju branu dok akumulacijske hidroelektrane uz pomoć brana zadržavaju vodu, pregrađuju tok vode te usmjeravaju tok prema slivnom području i povećavaju razinu vode za veće padove.

Prema težini gradnje brane se dijele na velike i male. S obzirom na način gradnje dijele se na masivne (betonske) i nasute (kamene) koje su danas rijetke [3]. Primjer nasute (kamene) brane nalazi se na slici 2.



Slika 2. Brana Ričica nasuta kamenjem [3]

#### 2.2.2. Zahvat vode

Zahvat vode u hidroelektrani prima i usmjerava vodu prema turbini. Gradnja zahvata izvodi se od armiranog betona dok se ventili koji se nalaze na ulazu u kanal izrađuju od čelika ili drveta. Dva su tipa zahvata vode: na površini vode kad je pregrada postavljena nisko i ispod površine vode kada se razina vode mijenja tokom godine [4].

#### 2.2.3. Vodna komora

Vodna komora ili vodostan predstavlja zadnji dio odvoda koji služi za rješavanje posljedica nastalih promjenama opterećenja. Gradi se u situaciji kada je dovodni tunel duži, te se vodna masa u kratkom periodu od 10 do 20 sekundi

ne može pokrenuti i dobiti potrebnu brzinu koja je potrebna kako bi vodna turbina stvorila dovoljnu količinu snage za proizvodnju električne energije [5].

#### 2.2.4. Dovod vode

Dovod vode čini sastav hidrotehničkog sustava koji spaja zahvat i vodnu komoru. Dovod vode se izvodi kao tunel (tlačni ili gravitacijski) ili kanal, sukladno pogonskim zahtjevima hidroelektrane i uvjetima koje teren pruža. Prosječna brzina vode u dovodnom tunelu iznosi od 3 do 4 m/s [4].

#### 2.2.5. Tlačni cjevovod

Svrha tlačnog cjevovoda je dovod vode od turbine. Tlačni cjevovod (slika 3) se izrađuje od betona ili čelika, i može biti smješteno na površini ili u tunelu. Zbog velike količine tlaka, na sam ulaz u cjevovod postavlja se zaporni ventil koji u slučaju puknuća cijevi zaustavlja naknadni dotok vode [3].



Slika 3. Tlačni cjevovod na Hidroelektrani Rijeka [2]



### 2.2.6. Vodne turbine

Vodne turbine (slika 4) su središnji dio sustava koji obavlja pretvorbu potencijalne energije strujanja vode u električnu energiju. Vodne turbine s obzirom na način prijenosa energije dijele se na: turbine slobodnog mlaza i pretlačne turbine [3].



Slika 4. Peltonova turbina [3]

### 2.2.7. Generator

Generatori su električni strojevi u kojima se mehanička energija pretvara u električnu energiju. Generator zajedno s turbinom je smješten u strojarnici. Generator se može postaviti okomito kod velikih hidroelektrana ili vodoravno kod manjih hidroelektrana [2].

### 2.2.8. Strojarnica

Strojarnica je građevina u kojoj su smještene turbine, vratilo, generatori te svi nužni pomoćni i upravljački uređaji. Postoje strojarnice koje mogu biti izgrađene na otvorenom ili izvedene kao podzemna strojarnica [4].

### 3. MJERE ZAŠTITE U OBJEKTIMA I POSTROJENJIMA HIDROELEKTRANE

U hidroelektranama su izvori opasnosti za radnike koji rade i borave u hidroelektranama različiti i povezani su sa stilom rada i radnom okolinom.

#### 3.1. Površine za kretanje radnika

Opasnosti koje se mogu dogoditi prilikom kretanja radnika pri radu mogu prouzročiti ozljeđivanje [5]. Radnik se može ozlijediti prilikom:

- Pada u razini zbog neravnina podne konstrukcije
- Loše prohodnosti poda
- Nečistoće poda
- Pri padu u otvore u podu (jame, kanali)
- Revizijska okna
- Pri padu s visine ili pada u dubinu

Ozljeda može nastupiti kod drugih radnika ukoliko se nakon obavljenog posla ostave neprohodni i neočišćeni prolazi ili nezaštićeni otvori, nemontirane ograde, znakovi upozorenja i obavijesti [5].

##### 3.1.1. Mjere zaštite pri kretanju radnika

Da bi se spriječilo ozljeđivanje radnika podovi moraju biti ravni i glatki ali ne skliski. Prolazni putevi moraju biti prohodni i propisno označeni. Materijal koji se koristi pri radu treba odmah, nakon obavljenog posla odstraniti iz prolaza.

Otvore u podu treba držati zatvorenima uz postavljenu zaštitnu ogradu, pristupna stubišta i ljestve. U prostorijama hidroelektrane radnici moraju koristiti propisna zaštitna sredstva sukladno opasnostima kojima su izloženi [5].

### 3.2. Opasnosti od rotirajućih i pomoćnih dijelova stroja

U svakoj hidroelektrani svi strojevi su izvori opasnosti počevši od medija koji služi za pogon stroja, mehaničkog gibanja i cjelokupnog radnog postupka. Mehaničke opasnosti postoje i pri mirovanju i pri gibanju dijelova stroja. Posljedice mehaničkih opasnosti mogu biti u obliku: uboda, nagnječenja, posjekotina, otvorenih rana, prijeloma i iščašenja. Radnici se mogu ozlijediti prilikom rukovanja strojem ili kretanjem u neposrednoj blizini stroja [6].

#### 3.2.1. Mjere zaštite od rotirajućih i pomoćnih dijelova stroja

Kako bi se radnici zaštitili od navedenih opasnosti pri radu i kretanju u postrojenju, postavljaju se čvrste zaštitne naprave na sve rotirajuće i pomične dijelove stroja, a njihova ispravnost se provjerava prije početka rada.

Pri upravljanju strojeva s rotirajućim i pomoćnim dijelovima, radnik treba imati radno odijelo pripijeno uz tijelo te zaštitne naočale. Prilikom rukovanja s mehaničkim ventilima radnik bi trebao koristiti zaštitne rukavice te zaštitne naočale, a ako postoji opasnost od pada predmeta ili sudara s predmetom, treba nositi zaštitnu kacigu [5].

### 3.3. Generatori, transformatori i električna postrojenja

Generatori, transformatori i električna postrojenja dok su u pogonu mogu uzrokovati opasnosti za radnika od [6]:

- Električne struje niskog, srednjeg i visokog napona
- Mehaničkih gibanja
- Plina CO<sub>2</sub> (ugljični dioksid)
- Pogonskih medija pod tlakom
- Požara i eksplozija

### 3.3.1. Mjere zaštite

Dijelovi postrojenja koji su pod naponom moraju biti u zatvorenoj izvedbi i zaključani te ograđeni žičanom ogradom i označeni kao prostor koji se obilježava kao treća (III) zona opasnosti [7].

### 3.4. Opasnost od udara električne struje

Za radnike u postrojenjima postoje opasnosti od udara električne struje koje nastaju zbog:

- Ne pridržavanja pet pravila sigurnosti
- Radovi koji se obavljaju bez prethodnog osiguranja mjesta rada
- Neispravne identifikacije mjesta rada
- Neispravne manipulacije
- Lošeg stanja izolacije na vodičima i razvodnim uređajima
- Neispravnog pribora i alata
- Nepoštivanja propisanih pravila i mjera zaštite

Da bi se radnici zaštitili od nezgode i udara od električne struje, trebaju se poštivati sljedeći uvjeti:

- Pet pravila sigurnosti
- Primjena propisanih pravila
- Osigurano mjesto rada u beznaponskom stanju
- Poštivanje propisa za rad u blizini napona
- Korištenje ispravnog pribora i alata

### 3.5. Požari u strojarnici

Opasnost od požara nastaje kao rezultat nedovoljno primijenjenih pravila zaštite. Zaštitom od požara ne smatra se samo gašenje požara, nego sve organizacijske i tehničke mjere koje se primjenjuju u svrhu sprječavanja požara.

Požar se smatra kao nekontrolirano gorenje koje dovodi u opasnost radnike, stvara materijalnu štetu na građevinama, postrojenjima te dovodi do utjecaja na okoliš [5].

Zapaljivi materijali poput maziva, ulja, otapala, boje i električnih instalacije stvaraju izvore opasnosti u hidroelektranama. Potencijalni uzroci požara stvaraju se prigodom bušenja, zavarivanja, nastanka kratkog spoja i korištenjem električnih peći za zagrijavanje prostora i grijača. Opasnost nastaje prilikom gašenja požara zbog mogućnosti eksplozije opreme pod naponom [6].

#### 3.5.1. Primjenjiva pravila zaštite u strojarnicama

Temeljna zaštita od požara u hidroelektranama je da se odstrani zapaljivi materijal od izvora topline, kako bi se spriječilo širenje nastalog požara. Radovi u kojima dolazi do iskrenja trebaju biti pod stalnim nadzorom.

Preventivnim mjerama zaštite od eksplozije, požara, stvaranja eksplozivne atmosfere su [5]:

- Ukloniti ili smanjiti količinu zapaljivog materijala
- Održavati koncentraciju zapaljivih tvari u smjesi sa zrakom izvan granica eksplozivnosti
- Kontrola veličine čestice zapaljivog materijala
- Kontrola aktiviranja mogućih izvora paljenja
- Sustav za prijevremeno otkrivanje eksplozivne atmosfere

### 3.6. Štetnosti fizikalnih obilježja u strojarnici

Prilikom rada u strojarnici radnici su izloženi štetnim utjecajima poput buke, vibracije, neadekvatnom osvjetljenju i neprikladnoj mikro – klimi.

Radom strojeva u strojarnici se stvara buka koja doseže 120 db. Radnik se od buke štiti korištenjem osobnih zaštitnih sredstava poput čepića za uši te antifona. Upotreba čepića za uši je obavezna ako je buka veća od 87 db.

Vibracije se javljaju prilikom upotrebe strojeva i uređaja. Zaštita od vibracija se provodi primjenom tehničkih mjera zaštite, tj. ugradnjom materijala pogodnih za smanjenje vibracija [5].

U neadekvatnom osvjetljenju, radnik se napreže, smanjena mu je koncentracija, brže se umara i radnik oštećuje vid. Kako bi se izbjeglo neadekvatno osvjetljenje, rasvjeta se poboljšava postavljenjem dovoljnog broja izvora svjetlosti dovoljne jakosti [6].

Nepovoljni mikro – klimatski uvjeti mogu stvoriti lakše nesvjestice ili pucanje kapilara u organima za disanje radnika. Može se stvoriti atmosfera s velikim postotkom vlage u zraku, koji radnicima otežava disanje i stvara zamor. Radnici koji rade u takvim prostorima brže će se umarati, biti će im smanjena koncentracija, i povećana mogućnost greške pri radu [5].

Nepovoljni mikro – klimatski uvjeti su manje izraženi u podzemnim strojarnicama, zbog posebnih uređaja koji održavaju radnicima primjerene klimatske uvjete.

Radi smanjenja štetnih utjecaja na radnike, radnici su dužni koristiti osobnu zaštitnu opremu. Ako se opasnost ne može spriječiti ni korištenjem osobnih zaštitnih sredstva, potrebno je skratiti boravak radnika u prostoru na najkraće moguće vrijeme [5].

### 3.7. Ostala pravila zaštite na radu u hidroelektrani

Osim navedenih pravila i mjera sigurnosti i zaštite na radu, obvezni dio redovnog održavanja uređaja i instalacija u pogonu su [5]:

- Redovita ispitivanja radne opreme
- Redoviti nadzor i ispitivanje električnih instalacija
- Redoviti periodički nadzor gromobranskih instalacija, uzemljenja
- Redovita provjera svojstva ulja
- Redovita ispitivanja posuda pod tlakom i sigurnosnih ventila
- Redovita periodička ispitivanja sustava za dojavu i gašenje požara
- Redovito održavanje opreme i uređaja u skladu s pravilima o održavanju postrojenja
- Uredno popunjen pribor za pružanje prve pomoći
- Izrađene tehnološke upute s predloženim pravilima i mjerama zaštite za procese rada gdje osnovna pravila zaštite na radu nisu dovoljna

Za upravljanje postrojenjem radnici trebaju biti [5]:

- Osposobljeni za samostalan rad
- Zdravstveno i psihički sposobni
- Osposobljeni za pružanje prve pomoći
- Radnik koji rukuje radnom opremom mora biti stručno osposobljen od ovlaštene ustanove (rukovatelj viličarom, rukovatelj dizalicom, rukovatelj hidrauličkom košarom)

Radnicima se moraju dostaviti upute za upravljanje i nadzor nad postrojenjem, ormar i opremu prve pomoći, znakove koji upozoravaju na određene opasnosti, i sigurnu komunikaciju s nadređenima.

## 4. SEDAM NAČINA KAKO UČINITI HIDROELEKTRANU SIGURNIJIM RADNIM MJESTOM

Potrebni koraci za poboljšanje sigurnosti radnika u hidroelektrani su prikazani na slici 5. i detaljnije razrađeni u tekstu.



Slika 5. Prikaz 7 načina kako učiniti hidroelektranu sigurnijim mjestom [8]

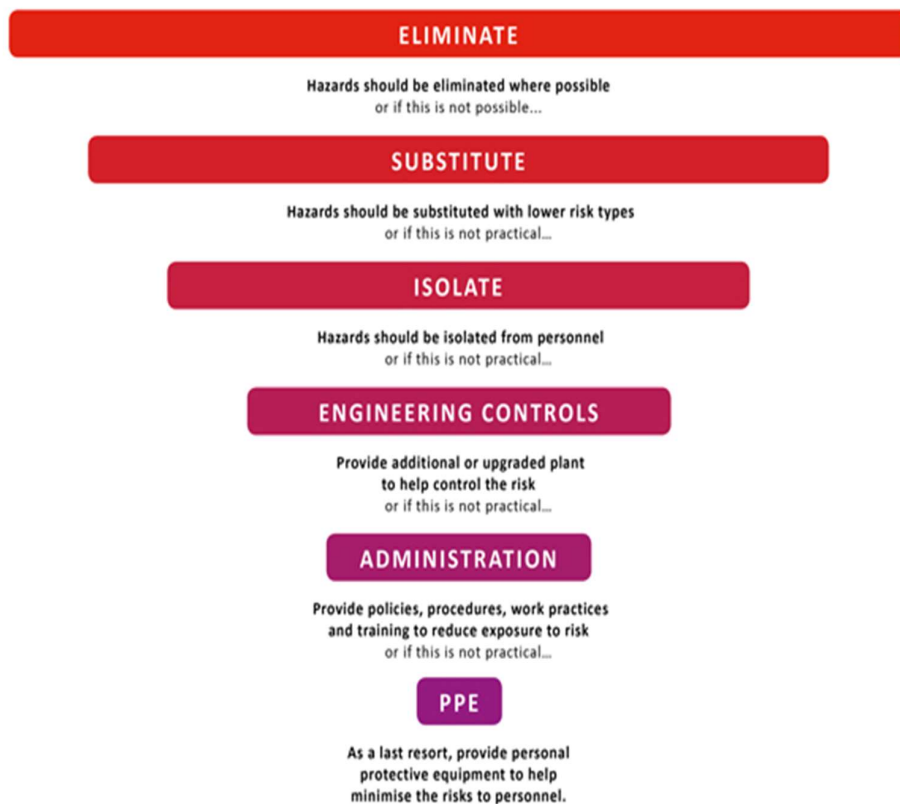
1. Prilikom projektiranja nove hidroscheme ili nadogradnje trenutne hidro stanice, pozornost se obraća na sigurnost i zdravlje radnika na radnom mjestu. To znači primjenjivanje svih zakona, propisa i standarda te zahtjeva osiguravatelja. Poštivanje zakona, propisa i standarda su kvalitetna polazna točka, konačno rješenje mora biti posvećeno određenim okolnostima i visini rizika.

Primarni zadatak je osiguranje radnika kako bi se mogli izvući iz hidrostanice prije nego uvjeti rada postanu opasni. Sekundarni zadatak je osiguravanje mjesta rada za sigurno izvlačenje radnika, nakon što uvjeti rada postanu opasni.



Krajnji zadatak je razmišljanje o sigurnosnim objektima u kojima bi se spriječilo oštećenje postrojenja i opreme [8].

2. Pristup kojim se smanjuje rizik na radnom mjestu na najmanju razinu uključuje planiranje unaprijed za previđanje nesreća, bolesti i ozljeda na radnom mjestu, pod pretpostavkom da su sustavi rada sigurni i tehnički ispravni, da se oprema redovito servisira i da zaposlenici imaju redovite zdravstvene i sigurnosne informacije te da se nalaze pod odgovarajućim nadzorom. Ovakav pristup naziva se „hijerarhija kontrole“ [8], [9] (slika 6).



Slika 6. Hijerarhija kontrole [8]

3. Nove hidroelektrane su projektirane u skladu s odgovarajućim sigurnosnim standardima. Velike hidroelektrane mogu sadržavati sigurnosne sustave, slične kao u moderniziranim poslovnim zgradama. Problemi u vezi sigurnosti i zaštite nastaju u starijim hidroelektranama koje su često bile projektirane bez pridavanja velike pažnje na sigurnost i zaštitu. Trenutno je potrebna velika pozornost kako bi se stare hidroelektrane uskladile s relevantnim zakonima i standardima zdravlja i sigurnosti radnika na radnom mjestu. Cilj je unaprijediti sustav sigurnosti i zaštite, uz modernizaciju postojećih objekata i hidroskema [8].
4. Bez obzira na vrstu opasnosti, radnicima treba biti omogućen izlaz iz hidroelektrane. Sve stanice moraju sadržavati minimalno dva neovisna izlaza. Ako jedan put postane nedostupan, uvijek mora postojati osiguran alternativni put za izlaz, uz adekvatnu rasvjetu [9].
5. U hidroelektranama može doći do kvara koji u konačnici rezultira poplavom. Kvar na pumpi može uzrokovati porast razine vode i plavljenja stanice. Zbog navedenog nužni su alarmi za visoku razinu vode, alarmi za poplave i alarmi za evakuaciju [9].
6. Za sigurnost i zdravlje radnika potrebno je otkriti požare što je prije moguće, zaustaviti njihovo širenje, upozoriti ostale radnike i omogućiti sredstva za evakuaciju.
7. Kontrola dima i ventilacije izrazito su važni. Vatra će ispuniti hidrostanicu gustim dimom koji predstavlja veću opasnost za radnike

nego sama vatra, jer smanjuje vidljivost radnicima, a u konačnici može dovesti do gušenja ili trovanja [8].

Kompletni sustav zaštite od požara mora sadržavati:

- Pasivne mjere (građevinski materijal otporan na vatru)
- Aktivne mjere (ventilacija i oprema za gašenje požara)
- Operativne mjere (plan evakuacije, sustav i obuka radnika za prevenciju)

Sigurnost u hidroelektranama uključuje više od korištenja ispravne opreme i obučavanja radnika. Uključuje predanost vlasnika, uprave, operatora i osoblja da održavaju sigurno radno okruženje. Ta obaveza treba postojati u pisanom obliku i biti dio politike sigurnosti i zdravlja radnika na radnom mjestu.

Uz navedeno, potrebno je uzeti u obzir pisani program kontrole rizika, program zaštite od požara, sustav dozvola za rad, lokalne sigurnosne timove i detaljno razrađeni krizni i hitni plan [7].

## 5. OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA

Primjena osobne zaštitne opreme obvezna je prilikom izvršavanja radnih zadataka. Odabir osobne zaštitne opreme se obavlja procjenom rizika za određeno radno mjesto, a odabrana osobna zaštitna oprema mora predstavljati visoku razinu zaštite radnika.

Prilikom osiguravanja sigurnosti i zaštite radnika na radnom mjestu, osobna zaštitna oprema mora ispunjavati uvjete [10]:

- Mora biti oblikovana i izrađena sukladno propisanim tehničkim zahtjevima
- Mora biti izrađena za zaštitu pred potencijalnim rizicima
- Mora odgovarati stvarnim uvjetima na radnom mjestu
- Mora odgovarati ergonomskim potrebama
- Mora biti izrađena tako da ih radnik može prilagoditi na jednostavan način

Osobna zaštitna oprema dijeli se na sredstva za zaštitu glave, sredstva za zaštitu sluha, sredstva za zaštitu ruku i nogu, sredstva za zaštitu tijela i sredstva za zaštitu organa za disanje [10].

### 5.1. Sredstva za zaštitu glave

Zaštitna kaciga (Slika 7.) je zaštitno sredstvo obvezno na radnim mjestima gdje postoji opasnost pada predmeta s visine, slučajnog dodira dijelova koji se nalaze pod naponom te opasnosti udara glavom u opremu ili predmet, odnosno svugdje gdje se javlja potencijalna opasnost za ozljedu glave. Svaka kaciga mora zadovoljiti osnovne i dodatne zahtjeve.

Materijal od kojih se izrađuju školjke kaciga su polimeri koji imaju veliku prednost nego ostali materijali, upravo zbog niske cijene proizvodnje i dobre toplinske i električne izolacije [11].



Slika 7. Zaštitna kaciga [6]

Uz zaštitnu kacigu koriste se zaštitna kapuljača, zaštitna radna kapa, sredstvo za zaštitu očiju, zaštitne naočale i viziri.

## 5.2. Zaštitne cipele i zaštitna elektroizolacijska obuća

Zadaća zaštitni cipela je zaštititi noge radnika na radnom mjestu gdje se javlja opasnost od klizanja, mehaničkih oštećenja i hladnoće.

Zaštitne cipele moraju imati određena posebna svojstva poput otpornosti na ulje i kemikalije, otpornost na antistatičnost i ugrađenu čeličnu kapicu zbog otpornosti na udarce.

Upotreba zaštitne elektroizolacijske obuće koristi se kod određenih vrsta radnih zadataka o kojoj ovise i svojstva izrade istih. Zaštitna elektroizolacijska obuća se izrađuje u 2 tipa, odnosno kao čizma ili niska cipela. Materijal od kojeg se izrađuje je guma, koja je dizajnirana s ravnom poplatom [12].

Elektroizolacijska obuća se također označava s simbolom „crvene munje“ sukladno međunarodnom IEC normom. Potrebno je obratiti pozornost prilikom čišćenja ovakvog tipa obuće jer se upotrebljava samo voda i sapun, uz strogu zabranu upotrebe naftnih derivata (zbog zapaljivosti). Na slici 8 je prikazana zaštitna obuća, a na slici 9 elektroizolacijska obuća [12].



Slika 8. Zaštitna obuća [6]



Slika 9. Zaštitna elektroizolacijska obuća [6]

### 5.3. Zaštitne rukavice

Zaštitne izolacijske rukavice (slika 10) izrađuju se u potpunosti od gume, a glavna svrha im je zaštita ruku, odnosno čovjeka prilikom obavljanja radnih zadataka povezanih s održavanjem, montažom, mjerenjem na niskom naponu, radom pod naponom ili u neposrednoj blizini napona.

Zaštitne izolacijske rukavice razlikuju se po debljini izrade. Ispravnost je najvažnije obilježje koje trebaju sadržavati sve rukavice pa zbog toga ne smiju biti probušene, odnosno posjedovati ni najmanju rupicu. Provjera ispravnosti rukavica obavlja se postupkom napuhivanja ili uz upotrebu posebnog modela pumpe [13].



Slika 10. Zaštitne elektroizolacijske rukavice [5]

## 5.4. Zaštitna odjeća prema zaštitnim svojstvima

Svrha zaštitne odjeće je zaštita radnika od raznih opasnosti koji se javljaju na radnom mjestu. Zaštita odjeća mora ispunjavati sigurnosne standarde i biti u skladu s zahtjevima radnog mjesta u kojoj se radnik nalazi. Zaštitna odjeća ima više zaštitnih faktora ali osnovna podjela se odnosi na svojstva koju zaštitna odjeća ispunjava prema zaštiti tijela [14].

Zaštitna odjeća prema zaštitnim faktorima se može podijeliti na:

- Zaštitnu odjeću za zaštitu od mehaničkih opasnosti
- Zaštitnu odjeću za zaštitu od gibajućih dijelova stroja
- Opremu za zaštitu od uboda i posjekotina
- Zaštitnu odjeću za zaštitu prilikom rukovanja motornom lančanom pilom

### 5.4.1. Zaštitna odjeća za zaštitu od mehaničkih opasnosti

Zaštitna odjeća štiti tijelo od mogućih uklještenja uzrokovanih zahvatom dijela odjeće od strane pokretnih dijelova stroja, mehaničkih opasnosti koje nastaju prilikom posjekotina i rana i mogućih rasprsnuća dijelova stroja u procesu rada.

Kada se u uvjetima rada uključi rizik od mehaničkih opasnosti prilikom rada na radnom mjestu koje se ne mogu ukloniti na druge načine, zaštitna odjeća mora sadržavati određenu otpornost koja će pružiti zaštitu radnika ovisno o opasnosti [14].



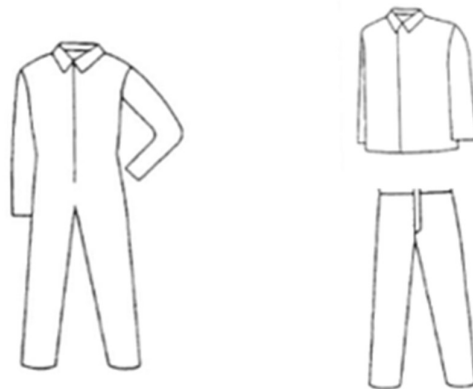
#### 5.4.2. Zaštitna odjeća za zaštitu od gibajućih dijelova

Kada postoji opasnost od zahvata zaštitne odjeće od strane dijelova stroja koji su pokretni u procesu rada a nije ih moguće fizički odvojiti upotrebom zaštitnih sredstava, potrebno je korištenje zaštitne odjeće koja je u skladu s normom HRN EN 510.

Zahtjevi koje mora ispuniti zaštitna odjeća su:

- Cjelovito pokrivanje druge odjeće
- Prijanjanje uz tijelo
- Glatka vanjska površina zaštitne odjeće

Oblici zaštitne odjeće su jednodijelno odijelo (kombinezon) i dvodijelno odijelo (jakna i hlače) koji su prikazani na slici 11 [14].



Slika 11. Jednodijelno odijelo i kombinezon [7]

Odjeća mora biti primjerena proporcijama tijela osobe koja ju koristi, mora prekrivati u potpunosti površinu tijela pri čemu krajevi rukava i nogavica moraju tijesno prianjati uz tijelo radnika. Dvodijelni kompleti moraju se nositi skupa a veličina mora biti u skladu s konstrukcijom tijela tako da pri izvođenju radnih operacija ne smije doći do raspora između jakne i hlača.

Vanjska površina odjeće mora biti glatka, bez našivenih elemenata pri čemu svi šavovi spojnih dijelova moraju biti usmjereni prema unutra.

Označavanje odjeće mora biti u skladu s zahtjevima norme pri čemu pripadajuće oznake i piktogrami moraju biti pričvršćeni na način da ne dovode u opasnost život radnika [14].

## 5.5. Zaštitna oprema za zaštitu organa za disanje

Zaštitna oprema za zaštitu organa za disanje primjenjuje se u svrhu zaštite organa za disanje radnika od potencijalnih djelovanja čestica prašine, dima, para i plinova.

Prema normi HRN EN 132:2004 maske se dijele na [15] :

1. Maska za cijelo lice
2. Polumaska
3. Četvrtmaska
4. Filtarska polumaska
5. Sklop usnika
6. Filtri

Maska za cijelo lice (slika 12) se koristi gdje postoji mogućnost plinova koji mogu naštetiti očima. Maska za cijelo lice mora biti priljubljena uz lice, uz pokrivanje usta, nosa, očiju i brade. Maska za lice je izrađena od neškodljivog materijala, te ne smije puštati boju niti nadraživati kožu. Metalni dijelovi maske se izrađuju od nehrđajućeg materijala, dok se plastični dijelovi maske izrađuju od nezapaljivog materijala [15].



Slika 12. Dijelovi maske za lice [15]

Polumaske za lice (slika 13) se koriste u slučajevima u kojima je potrebno zaštititi organe za disanje ali ne i oči. Polumaske su izrađene u skladu s normom HRN EN 132:2004, koja ujedno propisuje da polumaska mora biti priljubljena na lice, a prekriva nos, usta i bradu. Polumaska se mora čvrsto priljubiti za lice kako ne bi došlo do uvlačenja onečišćenog zraka sa strane [15].

Polumaska sadrži jedan izdašni ventil koji se izrađuje od gumene membrane u plastičnom sjedištu sa zaštitnim poklopcem. Filteri na navoju upotrebljavaju se uz polumasku, a sam odabir ovisi o vrsti radnog mjesta u kojemu radnik obavlja radne zadatke. Filteri se mogu držati na boku pomoću spojnog crijeva i držača filtera [16].



Slika 13. Dijelovi polumaske s filterom [15]

Navedene maske potrebno je redovito čistiti i dezinficirati. Nakon čišćenja i dezinfekcije masku treba temeljito isprati u tekućoj vodi. Prilikom čišćenja gumenih ili silikonskih dijelova maski ne smiju se upotrebljavati organska otapala poput acetona ili alkohola.

Maske se ne smiju odlagati na način gdje se nalaze neposredno na suncu, ni u prostorijama u kojima se nalaze materijali i uvjeti koji mogu utjecati i loše djelovati na samu kvalitetu maske [16].

## 6. ZNAKOVI OBAVIJESTI, UPOZORENJA I ZABRANE

Opasnosti u postrojenjima u zatvorenim i otvorenim prostorima nisu poznate svim radnicima, a osobito onima koji se iz raznih razloga mogu naći u njima pa obaveza postavljanja znakova ima važnu ulogu.

Postoje standardni znakovi (tablica 1) koji upozoravaju na kemijske opasnosti, opasnosti od požara i eksplozija, mehaničkih opasnosti, koji imaju određeni oblik i boju. Tako su npr. znakovi opasnosti u obliku trokuta sa žutom bojom, znakovi zabrane okrugli s crvenom bojom, znakovi obveze okrugli s plavom, a znakovi obavještenja pravokutnog ili kvadratnog oblika sa zelenom bojom [5].

Tablica 1. Znakovi sigurnosti

| Boja sigurnosti | Geometrijski oblik  | Kontrastna boja | Boja grafičkog simbola ili teksta | Značenje ili svrha                       | Primjeri primjene  |
|-----------------|---|-----------------|-----------------------------------|--|--|
| Crveno          |  | BIJELA          | CRNA                              | Zabrana                                  | Znakovi zabrane<br>Znakovi zaustavljanja<br>Isključivanje u slučaju opasnosti  |
|                 |  | BIJELA          | BIJELA                            | Zaštita od požara                        | Označivanje u zaštiti od požara, vatrogasna oprema   |
| Žuto            |  | CRNA            | CRNA                              | Oprez!<br>Moguća opasnost                | Upozorenja na opasnost (vatra, eksplozija, zračenje, kemijsko djelovanje itd.)<br>Upozorenje na prepreke, opasne prijelaze |
| Zeleno          |  | BIJELA          | BIJELA                            | Bez opasnosti<br>Obavijest<br>Prva pomoć | Vozilo za hitnu pomoć<br>Izlaz u slučaju opasnosti<br>Tuševi za hitnu uporabu<br>Stanice za hitnu pomoć<br>Skloništa       |
|                 |  |                 |                                   |  |  |
| Plavo           |  | BIJELA          | BIJELA                            | Naredba<br>Obveza                        | Obveza nošenja osobnih zaštitnih sredstava, zaštitne opreme  |
|                 |  | BIJELA          | BIJELA                            | Uputa ili obavijest                      |  |

Označavanje radnog prostora sa stajališta zaštite na radu vrlo je bitno jer je cilj, precizno i trajno obilježavanje stvarnih i mogućih izvora opasnosti u radnom okruženju.

Znakovi imaju svoju ulogu, informativnu strukturu i dimenziju. Uloga znakova je prijenos informacije primatelju s ciljem da znak bude jasan, shvaćen i da se s njime postiže željeni učinak [17].

## 6.1. Vrste znakova

Znakovi zabrane (slika 14) ubrajaju se u znakove izričitih naredbi čije je geometrijski oblik krug određenog promjera, ovisno gdje se znak pozicionira. Znakovi zabrane su kružni znakovi na kojima prevladava crvena boja, i to 35% ukupne površine znaka. Kontrastna boja je bijela, a simboli su obojeni u crno.

Znakovi zabrane postavljaju se na mjesta gdje postoji opasnost za koju je propisana ili izrečena zabrana obavljanja neke radnje [17].



Slika 14. Znakovi zabrane [5]

Znakovi obveze koji se nalaze na slici 15 spadaju u znakove izričitih naredbi čiji je geometrijski oblik krug, u kojem dominira plava boja koja mora pokrivati 50% ukupne površine znaka. Kontrastna boja je bijela, pa se simboli koji se stavljaju uz taj znak budu obojeni bijelom bojom [18].



Slika 15. Znakovi obveze [5]

Geometrijski oblik znakova opasnosti je istostranični trokut u kojem dominira žuta boja koja prekriva 50% ukupne površine znaka. Kontrastna boja je crna kojom je obojen rub trokuta, a grafički simboli su isto u crnoj boji.

Znakovi opasnosti (slika 16) postavljaju se na radna mjesta gdje postoji stalna mogućnost ozljeda, otrovanja, požara i eksplozije, opasnosti od električne struje i opasnost od rotirajućih dijelova stroja [17].



Slika 16. Znakovi opasnosti [7]

Znakovi obavijesti (slika 17) su kvadratnog ili pravokutnog oblika u kojem dominira zelena boja, koja mora pokrivati najmanje 50% ukupne površine znaka. Kontrastna boja znaka je bijela, dok su grafički simboli izvedeni bijelom bojom, a pozadina znaka je zelena boja.

Znakovi obavijesti se postavljaju na mjesta koja se zbog sigurnosti i obavještavanja moraju posebno označavati poput prve pomoći, smjera za evakuaciju, i izlaza. Znakovi moraju biti vidljivi danju i noću pa se zbog toga izrađuju od reflektirajućeg materijala [19].



Slika 17. Znakovi informacija za evakuaciju [7]

## 7. ZAKLJUČAK

Hidroelektrane su najznačajniji izvor električne energije i spadaju u obnovljive izvore energije. Potrebe za električnom energijom u svijetu su porasle, dok energije dobivene iz nafte i plina su znatno manje, pa je sve više u značaju energija dobivena iz obnovljivih izvora energije.

U radu je prikazana važnost primjene sigurnosnih pravila u hidroelektrani koji poboljšavaju sigurnost i zdravlje radnika te koliko je važno planiranje i procjena rizika određenog radnog okruženja.

Pozornost se treba usmjeriti na projektiranje novih hidroskema ili nadogradnje već izgrađenih hidroelektrana kako bi se uskladile s postojećim sigurnosnim pravilima što također doprinosi modernizaciji sveukupnih postrojenja. Kvalitetno i smišljeno projektiranje te označavanje radnog prostora uvelike doprinosi zdravlju i sigurnosti radnika u određenom radnom okruženju te precizno i trajno eliminira stvarne i moguće izvore opasnosti u radnoj okolini.

Prostor za unaprijeđenje mjera zaštite u objektima i postrojenjima hidroelektrane nalazi se u vidu poboljšanja edukacije zaposlenika s naglaskom na vlastitu sigurnost uz koju se povećava sigurnost ostalih zaposlenika i samog postrojenja. Uz primjenu navedenih poboljšanja mjera zaštite, veliku ulogu u efikasnosti zaštite i sigurnosti radnika doprinosi ulaganje u kvalitetnu zaštitnu opremu. Uz redovito korištenje zaštitne opreme iznimno je važno servisiranje i održavanje iste.

Doprinos ovog završnog rada je prijedlog poboljšanja mjera zaštite koja se koriste u postrojenjima hidroelektrane, a predstavljaju iznimnu važnost za radnika jer smanjuju rizik od potencijalnih ozljeda na radu.



## 8. LITERATURA

- [1] "Hidroelektrane," [www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/1528](http://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/1528), pristupljeno 22.01.2023.
- [2] "Hidroelektrana," <https://hr.wikipedia.org/w/index.php?title=Hidroelektrana&oldid=6400242>, pristupljeno 29.01.2023.
- [3] Bukovčan, M: "Pogoni hidroelektrana." Osijek, 2016.
- [4] Mor, Z: " Puštanje HE u pogon.", Osijek. 2017.
- [5] Cerovečki, Ž: Priručnik prema temeljnom programu osposobljavanja za rad na siguran način strojara u hidroelektranama. HEP d.d., 2022.
- [6] Priručnik prema osnovnom programu osposobljavanja za rad na siguran način. HEP d.d., 2020.
- [7] Priručnik prema temeljnom programu osposobljavanja za rad na siguran način. HEP d.d., 2020.
- [8] "Seven ways to make a hydropower station a safer workplace." [www.hydropower.org/blog/seven-ways-to-make-a-hydropower-station-a-safer-workplace](http://www.hydropower.org/blog/seven-ways-to-make-a-hydropower-station-a-safer-workplace), pristupljeno 02.02.2023.
- [9] "CONTROL AND PROTECTION OF HYDRO ELECTRIC STATION", [www.iitr.ac.in/wfw/web\\_ua\\_water\\_for\\_welfare/education/Teachers\\_Manual/Teacher\\_manual\\_degree\\_hpd3.pdf](http://www.iitr.ac.in/wfw/web_ua_water_for_welfare/education/Teachers_Manual/Teacher_manual_degree_hpd3.pdf), pristupljeno 13.02.2023.
- [10] HZJZ, "Osobna zaštitna oprema.", [www.hzzsr.hr/index.php/sigurnost-naradu/osobna-zastitna-oprema/](http://www.hzzsr.hr/index.php/sigurnost-naradu/osobna-zastitna-oprema/), pristupljeno 02.02.2023.
- [11] HZJZ, "OSOBNJA ZAŠTITNA OPREMA ZA ZAŠTITU GLAVE, VRATA, OČIJU I LICA", [www.hzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/OZO-Glava.pdf](http://www.hzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/OZO-Glava.pdf), pristupljeno 02.02.2023.

[12] HZJZ, "OSOBNNA ZAŠTITNA OPREMA ZA ZAŠTITU NOGU I STOPALA"  
, [www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/OZO-noge.pdf](http://www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/OZO-noge.pdf), pristupljeno  
02.02.2023.

[13] HZJZ, "OSOBNNA ZAŠTITNA SREDSTVA ZA ZAŠTITU RUKU –  
ZAŠTITNE RUKAVICE" , [www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/OZO-ruke-1.pdf](http://www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/OZO-ruke-1.pdf), pristupljeno 02.02.2023.

[14] HZJZ, "ZAŠTITNA ODJEĆA" , [www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/Za%C5%A1titna-odje%C4%87a.pdf](http://www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/Za%C5%A1titna-odje%C4%87a.pdf), pristupljeno  
02.02.2023.

[15] HZJZ, "OSOBNNA ZAŠTITNA OPREMA ZA ZAŠTITU ORGANA ZA  
DISANJE" [www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/OZS-di%C5%A1nih-organa-2018doc.pdf](http://www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/OZS-di%C5%A1nih-organa-2018doc.pdf), pristupljeno 02.02.2023.

[16] Cesar Slegovac, A: "OSOBNNA ZAŠTITNA OPREMA ZA ZAŠTITU DIŠNIH  
ORGANA.", [www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/8\\_ACS\\_ozs\\_disni\\_organ.P.pdf](http://www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/8_ACS_ozs_disni_organ.P.pdf), pristupljeno  
02.02.2023.

[17] Vidović, R: "Označavanje radnog prostora pridonosi sigurnosti i zaštiti  
zdravlja na radu," *Kem Ind*, 64 (3-4) (2015) 223–228.

[18] "Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada." [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020\\_09\\_105\\_1965.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_09_105_1965.html), pristupljeno 20.02.2023.

[19] "Označavanje radnog prostora : Zaštita na radu."  
<http://zastitanaradu.dashofer.hr/33/oznacavanje-radnog-prostora-uniqueidRCViWTptZHLWUFO98zFZcTGwx-QiqmSs/>, pristupljeno 20.02.2023.

## 9. POPIS SLIKA

|   |    |
|---|----|
| Slika 1. Shema hidroelektrane.....  | 5  |
| Slika 2. Brana Ričica nasuta kamenjem .....                                   | 6  |
| Slika 3. Tlačni cjevovod na Hidroelektrani Rijeka .....                       | 7  |
| Slika 4. Peltonova turbina.....   | 8  |
| Slika 5. Prikaz 7 načina kako učiniti hidroelektranu sigurnijim mjestom ..... | 15 |
| Slika 6. Hijerarhija kontrole.....  | 16 |
| Slika 7. Zaštitna kaciga .....  | 20 |
| Slika 8. Zaštitna obuća .....   | 21 |
| Slika 9. Zaštitna elektroizolacijska obuća .....                              | 21 |
| Slika 10. Zaštitne elektroizolacijske rukavice.....                           | 22 |
| Slika 11. Jednodijelno odijelo i kombinezon .....                             | 24 |
| Slika 12. Dijelovi maske za lice .....  | 26 |
| Slika 13. Dijelovi polumaske s filterom .....                                 | 27 |
| Slika 14. Znakovi zabrane .....   | 29 |
| Slika 15. Znakovi obveze .....  | 29 |
| Slika 16. Znakovi opasnosti.....  | 30 |
| Slika 17. Znakovi informacija za evakuaciju .....                             | 30 |

## 10. POPIS TABLICA

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Tablica 1. Znakovi sigurnosti ..... | 28 |
|-------------------------------------|----|