

# Primjena mjera sigurnosti i zaštite na radu prilikom proizvodnje čeličnih konstrukcija

---

Šimović, Ivana

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:128:394081>

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

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



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

*Repository / Repozitorij:*

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Ivana Šimović

**Primjena mjera sigurnosti i zaštite na radu  
prilikom proizvodnje čeličnih konstrukcija**

Završni rad

Karlovac, 2021.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Ivana Šimović

**Primjena mjera sigurnosti i zaštite na radu  
prilikom proizvodnje čeličnih konstrukcija**

Završni rad

Karlovac, 2021.

Karlovac University of Applied Sciences Safety and Protection  
Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Ivana Šimović

**The application of safety measures and  
occupational safety during the production of  
steel constructions**

Final paper

Karlovac, 2021.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Ivana Šimović

**Primjena mjera sigurnosti i zaštite na radu  
prilikom proizvodnje čeličnih konstrukcija**

Završni rad

Mentor:

prof. dr. sc. Budimir Mijović

Karlovac, 2021.



**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 / specijalistički studij: Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Sigurnost i zaštita, Karlovac, 2021.

### **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Ivana Šimović

Matični broj:0416614067

Naslov: Primjena mjera sigurnosti i zaštite na radu prilikom proizvodnje čeličnih konstrukcija

Opis zadatka:

Završni rad obraditi će mjere sigurnosti i zaštite pri procesu proizvodnje čeličnih konstrukcija. primjenjujući mjere Zakona o zaštiti na radu kao i Pravilnika o uporabi osobnih zaštitnih sredstava. U radu će biti opisani mogući rizici na temelju kojih se određuje potrebna osobna zaštitna oprema za rad da bi se zadovoljili sigurnosni uvjeti za rad koji će biti istaknuti. Da bi se opisale mjere zaštite prethodno će se u radu opisati proces proizvodnje i obrade čelika nakon čega će slijede obveze poslodavca i samog radnika.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

Siječanj 2021.

Rujan 2021

Listopad 2021

Mentor:

prof. dr. sc. Budimir Mijović

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Dr. sc. Snježana Kirin, viši pred.

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem se svim profesorima Veleučilišta u Karlovcu na prenesenom i stečenom znanju tijekom studiranja. Posebno se zahvaljujem svom mentoru prof. dr. Budimiru Mijoviću na susretljivošću i pomoći pri izradi završnog rada. Zahvaljujem se i svojim kolegama, a posebno obitelji koja me je podupirala tijekom cijelog obrazovanja na Veleučilištu u Karlovcu.

## SAŽETAK

U proizvodnji i obradi čelika, sama radna okolina, uređaji i alati za rad predstavljaju određenu opasnost za radnika. Zakonom o zaštiti na radu i Pravilnikom o uporabi osobnih zaštitnih sredstava, regulira se sigurna radna okolina i sprječavanje mogućih ozljeda na radu. Obveza svakog poslodavca je stručno i sigurno osposobiti osoblje za rad, uz odgovarajuću kvalifikaciju.

Posebnu opasnost predstavlja obrada čelika, koja obuhvaća zavarivanje, rezanje i srodne procese. Vjerojatna je kontaminacija materijalima i supstancama koje imaju dalekosežne posljedice na zdravlje. Uz nužno poštivanje zakonskih odredbi, smjernica i preporuka za siguran rad obećano je uspješno radno okruženje i željena poslovna dobit.

**Ključne riječi:** proizvodnja, čelik, radna okolina, alati, zakon o zaštiti na radu, ozljede na radu, zavarivanje, rezanje, kontaminacija

## SUMMARY:

Apparatus and tools included in the production and the processing of steel, along with a related work environment, represent a certain danger to the worker. The Occupational Safety Act and the Book of Regulations on the Use of Personal Protection Equipment are used to regulate a safe work environment and prevent potential work – related injuries. An obligation of every employer is to safely and professionally train the employees, according to their qualifications.

The processing of steel, which includes welding, cutting and other similar processes, poses a specific kind of danger. A contamination caused by materials and substances, which has far-reaching consequences for the human health, is likely to occur. Alongside the necessary respect of the legal provisions, guidelines and recommendations for safe labor activities, is a promise of successful work surroundings and a desired business profit.

**Keywords:** production, steel, work environment, tools, Occupational safety act, work – related injuries, welding, cutting, contamination



**SADRŽAJ:**

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. IZRADA ČELIČNE KONSTRUKCIJE .....</b>	<b>2</b>
2.1. Čelik .....	2
2.2. Postupci obrade čelika.....	2
2.3. Izrada konstrukcije .....	3
2.4. Tehnička svojstva čelične konstrukcije .....	5
2.5. Transport i montaža konstrukcije .....	6
<b>3. KVALIFIKACIJA OSOBLJA ZA RAD.....</b>	<b>7</b>
3.1. Osposobljavanje za rad na siguran način .....	7
3.2. Obveze poslodavca.....	7
3.3. Obveze radnika .....	8
<b>4. OSNOVNA PRAVILA I MJERE ZAŠTITE .....</b>	<b>10</b>
4.1. Osnovna pravila zaštite .....	10
4.2. Načela prevencije .....	10
4.3. Opasnosti u radnom prostoru .....	11
4.4. Znakovi sigurnosti u radnom prostoru .....	12
4.5. Evakuacija i spašavanje iz radnog prostora .....	14
<b>5. PROVEDBA ZAŠTITE NA RADU .....</b>	<b>16</b>
5.1. Zakonski propisi .....	16
5.2. Cilj provedbe zaštite na radu .....	16
5.3. Posebna pravila zaštite na radu .....	17
5.4. Obveze stručnjaka zaštite na radu.....	18
5.5. Procjena rizika na radu .....	18
5.6. Profesionalne bolesti i ozljede.....	19
<b>6. MEHANIČKI IZVORI OPASNOSTI.....</b>	<b>20</b>
6.1. Opasnosti pri uporabi strojeva.....	20
6.2. Opasnosti od dijelova koji miruju.....	21
6.3. Opasnosti od rotirajućih dijelova.....	21
6.4. Opasnost od uklještenja .....	22
6.5. Zaštita od mehaničkih opasnosti.....	23
<b>7. ZAŠTITNE NAPRAVE .....</b>	<b>24</b>
7.1. Osnovne vrste zaštitnih naprava .....	24

<b>7.2. Čvrste (nepomične) zaštitne naprave.....</b>	<b>24</b>
<b>7.3. Zaštitne naprave za blokiranje (pomične).....</b>	<b>25</b>
<b>7.4. Automatske zaštitne naprave .....</b>	<b>26</b>
<b>8. NAJČEŠĆI IZVORI OPASNOSTI PRILIKOM RADA S ČELIKOM.....</b>	<b>27</b>
<b>8.1. Štetnosti od dima, prašine i plina .....</b>	<b>27</b>
<b>8.2. Opasnost od zračenja .....</b>	<b>28</b>
<b>8.3. Opasnosti pri uporabi ručnog alata .....</b>	<b>29</b>
<b>8.4. Opasnosti od električne struje .....</b>	<b>30</b>
<b>8.5. Opasnost od alata na električni pogon.....</b>	<b>30</b>
<b>9. UPORABA ODGOVARAJUĆE ZAŠTITNE OPREME .....</b>	<b>31</b>
<b>9.1. Osobna zaštitna sredstva .....</b>	<b>31</b>
<b>10. EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>	<b>36</b>
<b>10.1. Primjer na CNC plazma rezaču Hypertherm powermax 105.....</b>	<b>36</b>
<b>10.1.1. Rizici pri radu .....</b>	<b>41</b>
<b>10.1.2. Osobna zaštitna sredstva .....</b>	<b>44</b>
<b>10.1.3. Ostala zaštitna sredstva .....</b>	<b>44</b>
<b>11. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>45</b>
<b>12. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>53</b>
<b>13. LITERATURA .....</b>	<b>54</b>
<b>14. POPIS SLIKA .....</b>	<b>55</b>

## 1. UVOD

U proizvodnji čeličnih konstrukcija, svaki stroj predstavlja potencijalnu opasnost za radnika. Kvaliteta čeličnih proizvoda bitno ovisi o tome na koji način će se ona provoditi te koliko je osoblje koje ga provodi kvalificirano i osposobljeno za rad na siguran način. Svaki čelični proizvod prije ugradnje i korištenja prolazi niz kontrola kojima se dokazuje njegova sigurnost i kvaliteta. Čelik ima iznimnu važnost za svako nacionalno gospodarstvo, pokrivaju gotovo sva područja primjene u kojima se postavljaju zahtjevi čvrstoće i žilavost. Spektar svojstava rasprostire se od mekih i oblikovanih nelegiranim i niskolegiranih jeftinih čelika, preko visokočvrstih i žilavih pa do tvrdih i na trošenje otpornih čelika koji se koristi u proizvodnji čeličnih konstrukcija [1]. Osnovna zadaća zaštite na radu je prevencija bolesti i ozljeda radnika. Ozljede su najčešće trenutni događaji kao posljedica mehaničkih opasnosti, opasnosti od električne struje, požara i eksplozije te opasnosti od vrućih ili hladnih predmeta [2]. U radnom prostoru čovjeka okružuje niz različitih izvora opasnosti. Te opasnosti mogu izazvati nezgode ili štetno djelovati na organizam, radnu sposobnost radnika, uzrokujući ozljede ili profesionalne bolesti, bolesti u vezi s radom te ostalih materijalnih i nematerijalnih šteta na radu i u vezi s radom [3]. Da bi se odgovarajuće mjere zaštite mogle poduzeti, potrebno je poznavati opasnosti koje prijete. Ozljede koje nastaju zbog mehaničkih opasnosti mogu biti različite prirode od lakih modrica uslijed udaraca, površinskih ozljeda i uboda do ozbiljnih i smrtonosnih ozljeda. Problem zaštite radnika u građevinarstvu poprima velike razmjere te je važan u svim aspektima zaštite, od sustava rada pa sve do uvjeta rada. Zaštita i sigurnost na radu usko su povezani s uporabom prikladne osobne zaštitne opreme pri obavljanju rada u mnogim profesijama [4]. Osobna zaštitna oprema namijenjena je za uporabu radnicima kako bi zaštitili svoj život i zdravlje od ozbiljnih ozljeda na radnom mjestu ili profesionalnih bolesti koje su posljedica kontakta s raznim građevinskim alatima i strojevima. Strojevi i uređaji moraju se redovito pregledavati kako bi se utvrdilo da su ispravni i sigurni za rad. Na propisani način moraju se svake dvije godine ispitivati strojevi i uređaji s povećanim opasnostima o čemu mora postojati odgovarajuća propisana dokumentacija i evidencija. Za sve opasnosti, štetnosti i napore postoje preventivne mjere zaštite kojima se nastoji smanjiti rizik od njihove pojave.

## **2. IZRADA ČELIČNE KONSTRUKCIJE**

### **2.1. Čelik**

Važnost čelika u razvoju civilizacije očituje se u činjenici da je trenutna godišnja količina proizvedenog čelika u svijetu oko deset puta veća od ukupne proizvedene količine svih ostalih metala i legura. Zbog ekonomičnog načina proizvodnje i povoljnih svojstava čelik može poslužiti za raznovrsnu primjenu. Tek se u novijoj povijesti, koristeći kvantitativna znanja iz matematike, fizike (mehanike, termodinamike, hidromehanike) i kemije, otkrivaju postupci dobivanja suvremenijih materijala npr. legiranih čelika, aluminijskih legura, polimernih materijala[5]. Čelik se kao materijal koristi u svim granama industrije, prometu, građevinarstvu, poljoprivredi, obrtništvu kao i svim drugim djelatnostima. Temeljne su značajke čelika sljedeće:

- raznovrsnost područja primjene
- stalni razvoj novih vrsta čelika
- materijal za vrhunske tehničke i estetske zahtjeve
- višestruka mogućnost prerade
- povoljni ekonomski pokazatelji
- recikličnost ili obnovljivost
- ekološka prednost
- velike rezerve sirovina u prirodnim resursima i recikliranom materijalu
- vrhunska tehnologija proizvodnje[1].

### **2.2. Postupci obrade čelika**

Podjela postupaka obrade čelika temelji se na osnovnim grupama, a to su :

- preoblikovanje preradom (lijevanje, odvajanje),
- preoblikovanje deformiranjem (kovanje, savijanje, duboko vučenje itd.),
- odvajanje (odvajanje materijala od nekog tijela ili presijecanje tijela),
- spajanje (zavarivanje, lemljenje, lijepljenje)

- provlačenje (slojeva),
- modifikacija svojstava materijala (toplinska obrada)[1].

### 2.3. Izrada konstrukcije

Sastav i izrada pojedinih konstrukcijskih dijelova, kao i cijele konstrukcije, mora se izvoditi prema statičkom proračunu, detaljnim radioničkim nacrtima i planovima zavarivanja. Materijal konstrukcije mora odgovarati projektom propisanim karakteristikama, a upotreba materijala druge vrste i kvalitete dopuštena je samo uz suglasnost projektanta i nadzornog inženjera. U skupinu općih konstrukcijskih čelika, slika 1, spadaju nelegirani čelici koji nemaju propisani kemijski sastav, ali imaju zajamčena mehanička svojstva. S obzirom na primjenu, trebaju imati dovoljno visoke vrijednosti granice razvlačenja i udarnog rada loma osobito pri niskim temperaturama. Radionički spojevi izvest će se zavarivanjem, a montažni uglavnom vijcima. Prilikom izrade konstrukcije obavlja se stalna ili povremena kontrola, u ovisnosti o pojedinim fazama rada. Također se obavlja i probno sastavljanje konstrukcijskih dijelova i same konstrukcije uz kontrolu dimenzija, materijala i spojnih sredstava. Tehničko preuzimanje izvršit će se u radionici i to prije postupka antikorozivne zaštite.



Slika 1. Konstrukcijski čelik

- ZAVARIVANJE- zavarivanje je postupak spajanja dva ili više, istovrsnih ili raznovrsnih materijala gdje se taljenjem ili pritiskom dobije homogeni zavareni spoj.

Poglavlje Priprema i montaža specificira zahtjeve koji su potrebni kako bi se rezanje, oblikovanje, bušenje te sklapanje komponenata izvelo, da bi isti mogli biti uključeni u sastavni proizvod, odnosno konstrukciju prema podjeli:

- Općenito
- Identifikacija – identifikacija proizvoda prema određenom sustavu identifikacije
- Rukovanje i skladištenje – u skladu s uputama proizvođača
- Rezanje – potrebno ispuniti zahtjeve tolerancija, maksimalne tvrdoće te glatkoće
  - Općenito
  - Rezanje i glodanje
  - Termičko rezanje
  - Tvrdoća slobodnih rubnih površina
- Oblikovanje
  - Općenito
  - Vruće oblikovanje
  - Ravnanje plamenom
  - Hladno oblikovanje
- Bušenje
  - Dimenzije rupa
  - Tolerancije na promjer rupa za vijke i igle
  - Bušenje rupa
- Izrezivanje
- Površine s punom kontaktnom površinom
- Montaža
- Provjera montaže[5].

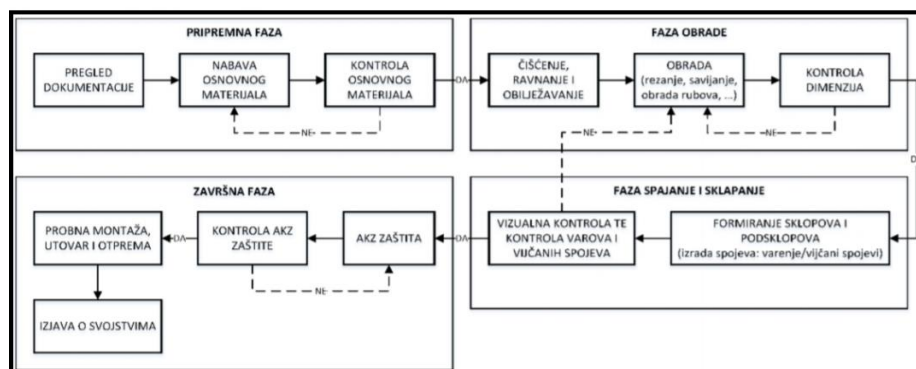


Slika 2. Čelična konstrukcija

## 2.4. Tehnička svojstva čelične konstrukcije

Čelična konstrukcija, slika 2, je dio građevnog sklopa građevine. Ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine i dijela bitnog zahtjeva zaštite od požara, koji se odnosi na očuvanje nosivosti čelične konstrukcije. U slučaju požara tijekom određenog vremena utvrđenog posebnim propisom, postiže se čeličnom konstrukcijom koja ima tehnička svojstva i ispunjava zahtjeve propisane ovim Propisom. Podrazumijeva se da građevina ispunjava bitni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti, te da ima propisanu otpornost na požar. Građevni proizvodi proizvode se u proizvodnim pogonima (tvornicama) izvan gradilišta.

Pod gradilištem se, osim prostora određenog Zakonom o prostornom uređenju i gradnji, podrazumijeva i proizvodni pogon u kojem se predgotovljeni elementi, primjenom odgovarajuće tehnologije građenja, proizvode ili izrađuju za potrebe određenog gradilišta a u skladu s projektom čelične konstrukcije. Predgotovljeni elementi izrađeni na gradilištu, smiju se ugraditi u čeličnu konstrukciju ako je za njih dokazana uporabljivost u skladu s projektom čelične konstrukcije. U slučaju nesukladnosti građevnog proizvoda s tehničkim specifikacijama čelične konstrukcije, proizvođač građevnog proizvoda odnosno izvođač čelične konstrukcije mora odmah prekinuti proizvodnju odnosno izradu tog proizvoda i poduzeti mjere radi utvrđivanja i otklanjanja grešaka koje su nesukladnost uzrokovale.



Slika 3. Proces proizvodnje čelične konstrukcije

## 2.5. Transport i montaža konstrukcije

Kod transporta - utovar, prijevoz i istovar konstrukcije ili pojedinih konstrukcijskih dijelova mora se osigurati sigurnost od oštećenja i stabilnost kao i nalijeganje na drvene podmetače, slika 4. Oštećeni dijelovi koji se ne mogu u potpunosti sanirati, prema ocjeni nadzornog inženjera moraju se zamijeniti novima. Za vrijeme uskladištenja mora se osigurati stabilnost konstrukcije, spriječiti izravno nalijeganje na tlo te učvrstiti konstrukciju u položaj u kojem neće doći do deformacija. Montaža konstrukcije sastoji se od pripremnih radova i radova na samoj montaži. Izvođač montažnih radova dužan je poduzeti mjere zaštite objekata, uređaja, opreme, ljudi i postrojenja koji se nalaze na gradilištu te osigurati pomoćne konstrukcije, skele i strojeve za montažu u skladu s propisima i pravilnicima. Po završetku montaže, a prije eventualno potrebnih završnih premaza antikorozivne zaštite, treba izvršiti preuzimanje izvedenih radova.



Slika 4. Transport čelične konstrukcije



### **3. KVALIFIKACIJA OSOBLJA ZA RAD**

#### **3.1. Osposobljavanje za rad na siguran način**

Poslodavci i njihovi ovlaštenici moraju biti osposobljeni za zaštitu na radu ako postoje opasnosti od ozljeda i profesionalnih bolesti zbog poremećaja u tehnološkom procesu. Svi radnici moraju biti osposobljeni za rad na siguran način, rad bez ugrožavanja vlastitog života i zdravlja, te života i zdravlja drugih radnika. Visok stupanj sigurnosti na radu postiže se uklanjanjem štetnih mehaničkih, fizičkih, kemijskih, bioloških, psiholoških i drugih utjecaja koji tijekom rada mogu djelovati na organizam radnika i biti posredni i neposredni čimbenici koji dovode do nezgoda na radu. Uklanjanjem navedenih nepovoljnih utjecaja ostvaruju se sigurni uvjeti rada[4].

U sustavu mjera zaštite na radu obrazovanje za stručan i siguran rad ima poseban značaj. Cilj obrazovanja i osposobljavanja za stručan i siguran rad prilagoditi radnika zahtjevima poslova i zadataka koje obavlja u pogledu znanja, vještina i navika koje ti poslovi i zadaci postavljaju čovjeku. Kako bi se radnik mogao ponašati na način koji ga osigurava od opasnosti on mora poznavati te opasnosti kao i načine, postupke koji ga mogu zaštititi od određene opasnosti.

Osposobljavanje (prema postojećim opasnostima, štetnostima i naporima rada) treba provesti načela:

1. prije početka rada (samostalnog)
2. prije promjene u procesu rada
3. prije prelaska na drugo radno mjesto[4]

Ocjena praktične osposobljenosti se provodi na radnom mjestu. Poslodavac može utvrditi obvezu povremene provjere znanja za radnike.

#### **3.2. Obveze poslodavca**

Poslodavac je obavezan provoditi zaštitu na radu na temelju sljedećih općih načela:

1. izbjegavanje rizika
2. procjenjivanje rizika
3. sprječavanje rizika na njihovom izvoru
4. prilagođavanje rada radnicima u vezi s oblikovanjem mjesta rada, izborom radne opreme te načinom rada radnim postupcima radi ublažavanja jednoličnog rada, rada s nametnutim ritmom, rada po učinku u određenom vremenu te ostalih napora s ciljem smanjenja njihovog štetnog učinka na zdravlje
5. prilagođavanja tehničkom napretku
6. zamjena opasnog neopasnim ili manje opasnim
7. razvoja dosljedne sve obuhvatne politike prevencije povezivanjem tehnologije, organizacije rada, uvjeta rada ljudskih odnosa i utjecaja radnog okoliša
8. davanje prednosti skupnim mjerama zaštite pred pojedinačnim
9. odgovarajuće osposobljavanje i obavješćivanje radnika
10. besplatnost prevencije, odnosno mjera zaštita na radu za radnike[4].

### **3.3. Obveze radnika**

Radnik je obavezan i odgovoran obavljati poslove dužnom pažnjom te pri tome voditi račun o svojoj sigurnosti i zaštiti zdravlja, kao i sigurnosti i zaštiti zdravlja drugih radnika, koje mogu ugroziti njegovi postupci ili propusti na radu, tako da[4]:

1. prije početka rada pregleda mjesto rada te o uočenim nedostacima obavijestiti poslodavca ili njegovog ovlaštenika
2. pravilno koristi sredstva rada
3. pravilno koristi propisanu osobnu zaštitnu opremu, koju je nakon korištenja obavezan vratiti na za to određeno mjesto
4. pravilno koristi i samovoljno ne isključuje, ne vrši preinake i ne uklanja zaštite na sredstvima rada

5. odmah obavijesti poslodavca, njegovog ovlaštenika, stručnjaka zaštite na radu ili povjerenika radnika za zaštitu na radu o svakoj situaciji koju smatra značajnim i izravnim rizikom za sigurnost i zdravlje, o nepostojanju ili nedostatku uputa za takvu situaciju, kao i o bilo kojem uočenom nedostatku u organiziranju i provedbi zaštite na radu
6. posao obavlja u skladu s pravilima zaštite na radu, pravila struke te pisanim uputama poslodavca
7. prije odlaska s mjesta rada ostavi sredstva rada koja je koristio u takvom stanju da ne ugrožava ostale radnike ili sredstva rada
8. surađuje s poslodavcem, njegovim ovlaštenikom, stručnjakom zaštite na radu, specijalistom medicine rada i povjerenikom radnika zaštite na radu[4].

## **4. OSNOVNA PRAVILA I MJERE ZAŠTITE**

### **4.1. Osnovna pravila zaštite**

Osnovna pravila zaštite na radu trebaju biti ugrađena u sredstva rada. Sredstva rada podrazumijevaju građevine namijenjene za rad s pripadajućim instalacijama, uređajima i opremom, prometna sredstva i radnu opremu[2]. Dužnost svakog radnika je da nauči raditi sigurno i da svoje znanje stalno usavršava. A dužnost neposrednog rukovoditelja je da vam bude od pomoći.

Uvijek postoje opasnosti od drugih osoba, neispravnih sredstava rada. Nezgode mogu prouzročiti ozljede s lakšim ili težim posljedicama. One mogu izazvati materijalne gubitke zbog zastoja u proizvodnji, oštećenje sredstava rada ili materijala. Ozljede koje dožive zaposlenici pri radu su humani, ekonomski, socijalni nedostatak. Svaka ozljeda je teret za pojedinca, njegovu obitelj širu društvenu zajednicu. Troškovi liječenja i uklanjanja posljedica ozljeda su veliki i predstavljaju goleme gubitke. Obitelj ozlijeđenog redovno dolazi u različite teškoće, što se nepovoljno održava na cijelu zajednicu. Osim toga, humanost nam nalaže da pomognemo unesrećenim odnosno da spriječimo nastanak nezgoda pri radu.

### **4.2. Načela prevencije**

Osnovna zadaća zaštite na radu je prevencija bolesti i ozljeda radnika. Intuitivno će se svaka osoba zaštititi od ozljeda i štetnog djelovanja. Ipak, prethodna rečenica samo je djelomično točna. Osoba će odstupiti u slučaju opasnosti ako je detektira, ali neće uvijek prepoznati štetno djelovanje. Tu se i krije bitna razlika između ozljeda i štetnosti. Ozljede su najčešće trenutni događaji kao posljedica mehaničkih opasnosti, opasnosti od električne struje, požara i eksplozije te opasnosti od vrućih ili hladnih predmeta. Izvori opasnosti su strojevi i uređaji, postrojenja i instalacije, uobičajena sredstva rada procesnih inženjera[2]. Štetnosti su faktori koji nakon što im je radnik izvrgnut, u pravilu dulje vrijeme, mogu izazvati pojavu profesionalnih bolesti ili drugih bolesti u vezi s radom.

Uzrokovat će ih neodgovarajuća mikroklima, rasvjeta, buka, vibracije, kemijske i biološke štetnosti te štetna zračenja u radnoj okolini. Na kraju, spomenimo napore koji ovise o aktivnosti radnika i vrsti radnog procesa. Primjer su tjelesni i psihofiziološki napori. Za sve opasnosti, štetnosti i napore postoje preventivne mjere zaštite kojima se nastoji smanjiti rizik od njihove pojave. Zaštita na radu kao sustavno organizirano djelovanje sastavni je dio organizacije rada i izvođenja radnog postupka, koje poslodavac ostvaruje primjenom osnovnih, posebnih i priznatih pravila zaštite na radu u skladu s općima načelima prevencije. Pravo na zaštitu na radu imaju sve osobe koje se prema bilo kojoj osnovi nalaze na radu. U ovu skupinu ubrajaju se i osobe na praksi, školovanju ili usavršavanju.

### **4.3. Opasnosti u radnom prostoru**

U radnom prostoru čovjeka okružuje mnogo različitih opasnosti. Te opasnosti mogu izazvati ozljede ili štetno djelovati na organizam i radnu sposobnost radnika. Neželjene posljedice nastaju ako se poremeti odnos čovjeka i njegove okoline. Radnu okolinu čine prostor u kojem čovjek radi i sredstva s kojima radi. Čovjek provede najmanje jednu trećinu života na radu pa bi već i zbog toga trebalo voditi računa o odnosu čovjeka i radne okoline. Radni prostor i radna okolina normirani su i o njima se vodi računa pri projektiranju objekata za rad. Građevinski objekti i prostorije namijenjeni za rad, kao i pomoćne prostorije, moraju se izvesti u skladu sa zahtjevima pravila zaštite na radu. Dimenzije prostorija, zidovi, podovi, vrata, prozori, prometnice, zagrijavanje i provjetravanje, kao i sve instalacije, moraju odgovarati namjeni prostorije, kako bi osobe koje se nalaze u radnim prostorijama imale pogodne uvjete za rad.

Kako bi se ustanovilo odgovara li radna okolina uvjetima utvrđenim pravilima zaštite na radu, tvrtka je dužna obavljati ispitivanja u radnim prostorijama (i izvan radnih prostorija) u kojima:

- proces rada utječe na temperaturu, vlažnost i brzinu strujanja zraka,
- u procesu rada nastaju buka i vibracije, se pri radu koriste ili proizvode opasne,
- tvari u kojima nastaju organizmi štetni za zdravlje (virusi, bakterije, gljivice),

- pri radu nastaju opasna zračenja,
- pri radu treba osigurati odgovarajuću osvijetljenost.

Ako se ispitivanjima utvrdi da radna okolina ne odgovara uvjetima određenim pravilima zaštite na radu, tvrtka je dužna otkloniti spomenute opasnosti. Pravilima zaštite na radu određeno je koje se pomoćne prostorije moraju osigurati, ovisno o vrsti poslova koji se obavljaju u radnim prostorijama, kako se moraju opremiti i održavati pomoćne prostorije te gdje se moraju nalaziti unutar građevinskog objekta.

#### **4.4. Znakovi sigurnosti u radnom prostoru**

Obveza postavljanja znakova sigurnosti od određenih opasnosti, predstavlja jedno od posebnih pravila zaštite na radu. U radnoj okolini postoje različite opasnosti kao što su: mehaničke i kemijske opasnosti, štetna zračenja, štetne tvari, električna struja, buka, vibracije, opasnosti od požara i eksplozije, opasnosti pri kretanju na radu i slično.

##### ➤ ZNAKOVI ZABRANE

Znakovi zabrane, slika 5, ubrajaju se u znakove izričitih naredbi čiji je geometrijski oblik krug određenog promjera, ovisno o udaljenosti promatranja. Znakovi zabrane su, dakle, kružni znakovi na kojima dominira crvena boja, i to 35 % ukupne površine znaka. Kontrastna boja je bijela, a grafički simboli obojeni su crno. Znakovi zabrane postavljaju se na mjesta gdje postoji opasnost za koju je propisima ili na drugi način izrečena izričita zabrana obavljanja neke radnje, kao npr. zabranjeno pušenje, zabranjena upotreba otvorenog plamena.



Slika 5. Znakovi zabrane

➤ ZNAKOVI OBVEZE

Znakovi obveze, slika 6, su znakovi izričitih naredbi čiji je geometrijski oblik krug, ali u kojima dominira plava boja koja mora pokrivati najmanje 50 % ukupne površine znaka. Kontrastna boja je bijela, pa su grafički simboli ili eventualni dopunski tekst, koji se postavlja uz taj znak, obojeni bijelom bojom. Znakovi obveze postavljaju se na mjesta gdje se opasnost ili šteta može spriječiti obveznim postupkom radnika kao npr. obvezna zaštita očiju, obvezna zaštita sluha.



Slika 6. Znakovi obveze

## ➤ ZNAKOVI OPASNOSTI

Geometrijski oblik znakova opasnosti je istostranični trokut u kojem dominira žuta boja koja mora prekrivati najmanje 50 % ukupne površine znaka. Kontrastna boja znaka je crna boja kojom je obojen rub trokuta, a grafički simboli i eventualni dopunski tekst također su u crnoj boji. Znakovi opasnosti postavljaju se na mjesta gdje postoji stalna ili potencijalna opasnost od ozljeda, otrovanja, požara, eksplozije ili opasnost od eksplozivne atmosfere, opasnost od požara, opasnost od eksplozije, opasnost od električne struje, opasnost od rotirajućih dijelova, slika 7.



Slika 7. Znakovi opasnosti

### 4.5. Evakuacija i spašavanje iz radnog prostora

Evakuacija i spašavanje definirana je Zakonom o zaštiti na radu. Zakon definira osnovne obaveze glede evakuacije i spašavanja u tvrtkama. Poslodavac je dužan osposobiti jednu osobu na svakih 20 zaposlenika za provođenje evakuacije i spašavanja te joj staviti na raspolaganje svu potrebnu opremu. Također je obavezan provoditi redovite vježbe evakuacije i spašavanja najmanje jednom svake dvije godine prema izrađenom planu evakuacije. Potrebno je sve zaposlenike upoznati s izrađenim planom evakuacije, kao i evakuacijskim putovima koji moraju biti jasno označeni kao na slici 8.

Ono što je potrebno prema Zakonu definirati kod izrade plana evakuacije i spašavanja jest:

1. koji iznenadni događaji se mogu dogoditi,
2. koje pravne osobe, odnosno tvrtke su obavezne izraditi plan evakuacije i spašavanja,



3. koje točno posljedice se mogu dogoditi nakon nastanka iznenadnog događaja,
4. odrediti i osposobiti jednu ili više osoba potrebnih za provođenje evakuacije i spašavanja,
5. formirati ekipe i postrojbe za provođenje evakuacije i spašavanja,
6. osigurati zaštitna sredstva osobama zaduženim za provođenje evakuacije i spašavanja,
7. izrada plana evakuacije i spašavanja,
8. provoditi redovito vježbe evakuacije i spašavanja.



Slika 8. Oznaka za evakuacijski put

## **5. PROVEDBA ZAŠTITE NA RADU**

### **5.1. Zakonski propisi**

Zaštita pri radu uređena je zakonima, pravilnicima, normama i drugim propisima. Već u Ustavu Republike Hrvatske definirane su neke osnovne postavke koje se odnose na zaštitu pri radu. To je u prvom redu definicija Hrvatske kao socijalne države, koja vodi brigu o svojim građanima na raznim područjima, pa tako i na području radnih odnosa. Zakon o radu sljedeći je bitan zakon koji govori o zaštiti na radu. Zakon obvezuje poslodavca da osigura radnicima uvjete za siguran rad, da ih poduči o opasnostima i mjerama zaštite na radu, a radnicima daje pravo odbijanja rada, koji im može ugroziti život ili zdravlje i to uz punu nadoknadu plaće. Zakon o zaštiti na radu je osnovni zakonski propis koji definira zaštitu na radu. U njemu su definirane obveze i prava poslodavca, radnika te pojedinih subjekata kod poslodavca i među radnicima. Postavke vezane za zaštitu pri radu nalaze se u Zakonu o državnom inspektoratu, Zakonu o zdravstvenom osiguranju, Zakonu o zdravstvenoj zaštiti, te Zakonu o mirovinskom osiguranju. Osim propisa, zaštita je uređena i određenim pravilima, normama te drugim oblicima pisane ili prihvaćene regulative[4].

### **5.2. Cilj provedbe zaštite na radu**

Cilj je zaštite na radu da svaka zaposlena osoba u bilo kojoj tvrtki može obavljati svoj radni zadatak, bez ugrožavanja vlastitog ili tuđeg života i zdravlja. Taj se cilj postiže definiranjem određenih pravila ponašanja u određenim okolnostima u obliku pravilnika ili propisa unutar tvrtke, a to su:

- dužnost zaposlenika u vezi sa zaštitom na radu radna mjesta na kojima se zahtijevaju posebni uvjeti za rad
- radna mjesta na kojima zaposlenici imaju posebne ovlasti u vezi sa zaštitom pri radu
- potreba i način korištenja osobnih zaštitnih sredstva
- radna mjesta na kojima se obavljaju poslovi zaštite na radu, odnosno mjesto, uloga

- zadaci stručnjaka ili stručne službe zaštite na radu način ostvarivanja prava na zaštitu na radu
- sadržaj i način osposobljavanja za rad na siguran način, za pružanje prve pomoći,
- evakuacije, gašenje požara i spašavanje

Pravo na zaštitu pri radu imaju sve osobe koje se prema bilo kojoj osnovi nalaze na radu. U slučaju prisutnosti štetnosti, pravo je i dužnost radnika upoznati se sa svim izvorima opasnostima i mjerama zaštite te korištenje odgovarajućih osobnih zaštitnih sredstava, koja su mu dana na raspolaganje.

### **5.3. Posebna pravila zaštite na radu**

Posebna pravila zaštite na radu sadrže uvjete glede dobi života, spola, stručne spreme i osposobljenosti zdravstvenog stanja, duševnih i tjelesnih sposobnosti koje moraju ispunjavati radnici pri obavljanju poslova s posebnim uvjetima rada.

- Posebna pravila zaštite na radu:
  - obvezu i načine korištenja odgovarajućih osobnih zaštitnih sredstava i zaštitnih naprava, posebne postupke pri uporabi opasnih radnih tvari,
  - obvezu postavljanja znakova upozorenja od određenih opasnosti i štetnosti,
  - obvezu osiguranja napitaka pri obavljanju određenih poslova,
  - način na koji se moraju izvoditi određeni poslovi ili radni postupci, a posebno glede
  - trajanja poslova jednoličnog rada i rada po učinku, postupak s unesrećenim ili oboljelim radnikom do upućivanja na liječenje nadležnoj
  - zdravstvenoj ustanovi.

#### **5.4. Obveze stručnjaka zaštite na radu**

Kod poslodavca koji zapošljava do uključivo 49 radnika, poslove zaštite na radu obavlja najmanje jedan stručnjak zaštite na radu. Stručnjak zaštite na radu kojega je ovlaštena osoba odredila za obavljanje poslova zaštite na radu kod poslodavca, obavezan ih je obavljati na mjestima rada poslodavca i o tome su ovlaštena osoba i poslodavac obvezni voditi evidencije i dostavljati ih Zavodu za unaprjeđivanje zaštite na radu u skladu s provedbenim propisom. Nakon obavljenih poslova, stručnjak ovlaštene osobe, obvezno u pisanom obliku obavještava poslodavca o utvrđenom stanju primjene pravila zaštite na radu te o mjerama za unaprjeđenje stanja.

Stručnjak zaštite na radu može obavljati poslove zaštite na radu kod poslodavca kao:

1. voditelj službe,
2. samostalni stručnjak
3. stručnjak u sastavu službe
4. suradnik u službi.

#### **5.5. Procjena rizika na radu**

Osnovna obveza u vezi zaštite na radu je obveza procjenjivanja rizika. Rizik je umnožak vjerojatnosti nastanka opasnog ili štetnog događaja i štetnosti toga događaja, odnosno njegove posljedice. Poslodavac pri procjeni rizika treba ispuniti odredbe Zakona o zaštiti na radu i Pravilnika o izradi procjene rizika. Poslodavac je obavezan imati procjenu rizika izrađenu u pisanom ili elektroničkom obliku, za sve poslove koje za njega obavljaju radnici i osobe na radu. Utvrđivanje poslova prvi je korak u postupku procjenjivanja rizika te utvrđivanje poslova treba biti dovoljno detaljno da omogući utvrđivanje opasnosti štetnosti i napora bitnih za procjenjivanje rizika. Opasnosti su svi uvjeti na radu i u vezi s radom, koji mogu ugroziti sigurnost i zdravlje radnika i osoba na radu.

## 5.6. Profesionalne bolesti i ozljede

### ➤ PROFESIONALNE BOLESTI

Tijekom rada na radnika u njegovoj radnoj okolini djeluju mnogi čimbenici. Kao posljedica djelovanja štetnih čimbenika na radnika, može se javiti profesionalna bolest. Ona se može javiti naglo, nakon kratkotrajnog djelovanja neke štetnosti ili kao posljedica uzastopnog i dugotrajnog djelovanja nefizioloških uvjeta rada, štetnih fizikalnih čimbenika (buke, vibracija, zračenja) kao i nepovoljnih higijenskih uvjeta na radu.

### ➤ PROFESIONALNE OZLJEDE

Ozljedom na radu smatra se svaka ozljeda radnika izazvana neposrednim i kratkotrajnim mehaničkim, fizikalnim ili kemijskim djelovanjem, te ozljeda uzrokovana naglim promjenama položaja tijela, iznenadnim opterećenjem tijela ili drugim promjenama fiziološkog stanja organizma, ako je takva ozljeda uzročno vezana za obavljanje poslova na kojima radnik radi. Ozljeda je krajnji nepovoljni rezultat niza zbivanja, koji su međusobno uvjetovani. Iz prakse je znano da se pri obavljanju nekih poslova događa znatno više nezgoda nego pri obavljanju drugih poslova. Tako se, zbog različitog stupnja opasnosti, događa više nezgoda pri obavljanju strojobravarских poslova nego pri obavljanju uredskih poslova.

## 6. MEHANIČKI IZVORI OPASNOSTI

### 6.1. Opasnosti pri uporabi strojeva

Opasnosti mogu izazvati nezgode ili štetno djelovati na organizam i radnu sposobnost radnika uzrokujući ozljede ili profesionalne bolesti. Za provođenje učinkovitih mjera zaštite na radu potrebno je poznavati opasnosti koje prijete prilikom proizvodnje čeličnih konstrukcija.

Strategija održavanja je izbor pristupa i metoda u ovisnosti o zahtjevima opreme, tehnološkom procesu i okruženju. Najčešće su ozljede prilikom održavanja strojeva:

- padovi s radnih mjesta i prilaza radnim mjestima
- ozljede uzrokovane oštrim i šiljastim predmetima
- nagnječenja uzrokovana strojevima i opremom te prijevoznim sredstvima.

Ozljede uzrokovane strojevima koji su u pogonu nastaju pretežno zbog nedjelotvorne zaštite, neispravnog rukovanja ili nedostatnog razumijevanja[6].

Mehaničke opasnosti podrazumijevaju opasnosti od električne struje, opasnosti od požara i eksplozije te toplinske opasnosti. Štetnosti u radnom okolišu vezane su uz djelovanje mikroklimе (temperatura, vlažnost, strujanje zraka), buke i vibracija, kemijskih tvari, bioloških tvari, zračenja i rasvjete. Napori tijekom radnog procesa podrazumijevaju tjelesne te psihofizičke napore.

U provođenju mjera zaštite na radu poslodavac je dužan osigurati:

- nabavku i uporabu sredstava rada i osobnih zaštitnih sredstva
- uporabu samo ispravnih sredstava za rad i osobnih zaštitnih sredstva
- primjenu sigurnih načina rada (namjensku uporabu sredstava rada i osobnih zaštitnih sredstava)
- osposobljavanje za stručan rad i za rad na siguran način.

Možemo zaključiti kako je ispravan način rada strojevima obvezan propisati proizvođač strojeva i uređaja u tehničkim uputama za uporabu sukladno odredbama Zakona.

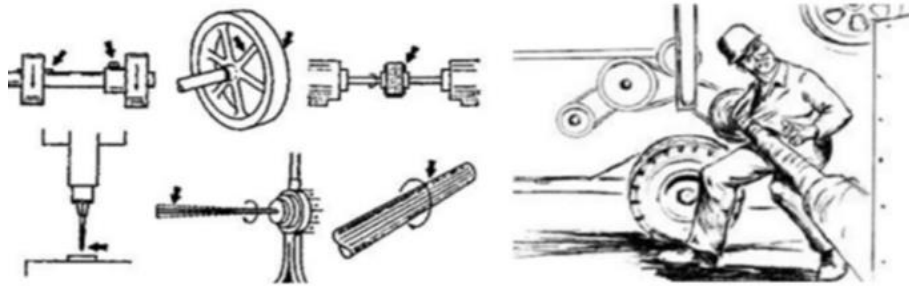
## **6.2. Opasnosti od dijelova koji miruju**

Stroj nije opasan samo kad je u pogonu, nego i kad miruje, jer tada na njemu postoji izvori opasnosti kojima se ne obraća dovoljna pažnja. U stanju mirovanja na stroju mogu postojati opasnosti od elemenata koji strše. To su uglavnom oštri rubovi stroja ili alata ili dijelovi zagrijani na višu temperaturu od čega mogu nastati opekline. Od alata i dijelova stroja opasnost postoji i pri nošenju i prenošenju, jer oštri i šiljasti dijelovi mogu biti uzrok različitih povreda. Nož, sjekira, izvijači, pile, limovi, stakla i drugo mogu pri nespretnom pokretu biti i uzrok teških povreda[7].

## **6.3. Opasnosti od rotirajućih dijelova**

Osovine, vratila, kotači, zupčanici, svrdla, spojke, prsteni, šipke koje se obrađuju na struju i drugo, karakteristični su primjeri dijelova koji rotiraju i koji mogu uzrokovati povredu. Opasnosti pri kružnom gibanju ne ovise o brzini gibanja, ali je samo po sebi razumljivo da se pri povećanju brzine opasnost znatno povećava, Slika 9. Čak i savršeno glatke osovine i vratila mogu zahvatiti kosu ili odjeću radnika i izazvati nesreću. To se može spriječiti ispravnom zaštitom svih osovina postavljenih do 2m iznad poda. Ograda može biti limena, što je osobito prikladno u slučaju kada se osovina nalazi blizu poda prostorije. Ako se osovina nalazi na većoj visini ili ispod radnog stola, onda je zaštitnu ogradu prikladnije objesiti. Takva zaštitna naprava obično se izrađuje od žičane mreže ili lima, a oblik joj ovisi o prikladnosti i mogućnosti smještaja.

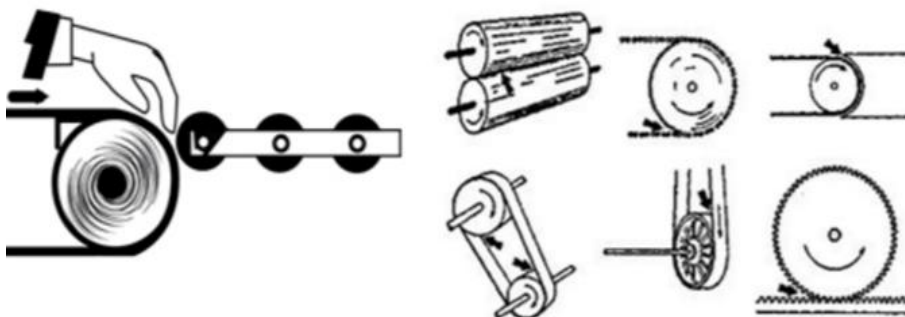
Obično je četvrtast ili cilindričan. Ogradu treba uvijek napraviti tako da se može lako skinuti i ponovo postaviti oko bi se olakšali radovi na održavanju. Povrede od kružnog gibanja mogu biti vrlo ozbiljne, čak i smrtonosne. Najopasniji su oni slučajevi kad je zahvaćena kosa ili dio odjeće, koji se omotava i sve jače gnječi pojedine dijelove unesrećenoga.



Slika 9. Nesreća uzrokovana rotirajućim dijelom stroja

#### 6.4. Opasnost od uklještenja

Opasnost od uklještenja sastoji se u tome što rotirajući predmeti uvlače zahvaćen predmet, a kad je on već zahvaćen, teško je, ponekad i nemoguće osloboditi zahvaćeni dio dijela, slika 10. Velika su opasnost strojni dijelovi koji se kružno gibaju, a međusobno su u takvom odnosu da se između njih mogu uklještit dijelovi tijela ili odjeće radnika. Najčešći primjer takvih mjesta uklještenja su paralelna vratila koja se okreću u različitim smjerovima, bez obzira na to nalaze li se u dodiru ili su razmaknuta. Opasnost je pri tome manja ako se vratila kreću u istom smjeru. Zbog svega toga takve dijelove stroja potrebno je dobro zaštititi. Kao primjer takve zaštite može poslužiti prijenosni mehanizam suvremenih tokarskih strojeva, gdje su svi prijenosni zupčanci sasvim oklopljeni, za razliku od starijih strojeva istog tipa na kojima je niz otvorenih prijenosnih dijelova predstavljao potencijalne opasnosti za radnikov život.



Slika 10. Opasnost od uklještenja



## **6.5. Zaštita od mehaničkih opasnosti**

Mehaničke opasnosti pojavljuju se pri radu sa strojevima i uređajima pri radu sa samohodnim radnim strojevima, pri radu s ručnim alatom, pri upravljanju i posluživanju transportnim sredstvima, pri rukovanju i radu s predmetima rada, pri kretanju na radu i drugo. Uređaji za prijenos gibanja obuhvaćaju elemente i sklopove koji služe za izravno prenošenje snage s pogonskog stroja na radni, odnosno do samog područja radnog postupka. Područje radnog postupka odnosi se na samo radno mjesto rada, to jest na onaj dio stroja na kojem se materijal oblikuje: reže, buši, probija, savija, kuje, spaja, zavaruje, gdje se s njega skida strugotina. Zaštita na radu od mehaničkih opasnosti uglavnom se provodi primjenom osnovnih pravila zaštite na radu kojima se uklanja ili smanjuje opasnost na sredstvima rada. Ona sadrže zahtjeve kojima mora udovoljavati sredstva rada kada je u uporabi.

## **7. ZAŠTITNE NAPRAVE**

### **7.1. Osnovne vrste zaštitnih naprava**

Kao i kod uređaja za prijenos gibanja, koji je potencijalna opasnost za radnike, i na stroju je potrebno na odgovarajući način zaštititi opasna mjesta radnih postupaka. U cjelokupnom sustavu zaštite na sredstvima rada vrlo su važne zaštitne naprave jer se pomoću njih gotovo uvijek može ostvariti potpuna zaštita ili barem opasnost svesti na minimum.

Zaštitne naprave moraju udovoljavati ovim uvjetima:

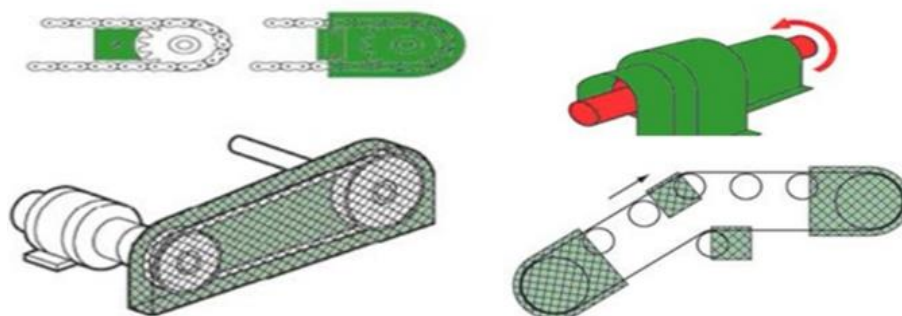
1. Moraju biti dovoljne čvrste i otporne,
2. Moraju biti izrađene od prikladnog materijala,
3. Moraju biti odgovarajućih dimenzija,
4. Ne smiju svojim položajem i izvedbom stvarati nove izvore opasnosti,
5. Moraju biti izvedene tako da se ne mogu skinuti bez upotrebe alata.

Zaštitne naprave mogu biti pokretne, kada se kreću zajedno s pokretnim dijelovima stroja, ili nepokretne, kada su učvršćene za nepokretne dijelove stroja za pod ili zid. Velik broj zaštitnih naprava danas se izvodi s takozvanom blokadom (mehaničkom, pneumatskom, električnom, elektroničkom i drugo) ili se izrađuju na principu daljinskog upravljanja. Zaštitne naprave pripadaju takozvanoj tehničkoj zaštiti na sredstvima rada. Zaštitne naprave treba predvidjeti i riješiti pri projektiranju i konstruiranju sredstava rada jer su one tada ukomponirane, radnici ih u primjeni ne uočavaju i ne skidaju. Ponekad je kod suvremenih konstrukcija onemogućen i rad stroja ako se zaštitne naprave ne nalaze na svom mjestu.

### **7.2. Čvrste (nepomične) zaštitne naprave**

Osnovna je zadaća nepomičnih zaštitnih naprava da spriječe pristup opasnom dijelu i da zadrže odlomljene ili raspuknute dijelove stroja, a u nekim slučajevima i da povećaju konstruktivnu stabilnost stroja, slika 11. Nepomične zaštitne naprave su vrlo jeftine,

jednostavne za izradu i održavanje i nisu ovisne ni o kakvoj energiji. Primjena nepomičnih zaštitnih naprava moguća je za zaštitu uređaja za prijenos mehaničkih gibanja i zaštitu zone radnog postupka. Materijali za izradu nepomičnih zaštitnih naprava vrlo su lako dostupni jer se radi o upotrebi raznih metalnih i plastičnih profila, a ponekad i drvenih, te žičanih mreža s raznim oblicima otvora, limova i prozirnih materijala. Primjena nepomičnih zaštitnih naprava za zaštitu zupčastih ili lančanih prijenosnika snage veoma je uobičajena, a zaštitna naprava se na ovim prijenosnicama uglavnom učvršćuje za konstrukciju nepokretnih dijelova stroja. Glavna im je karakteristika to da se za vrijeme rada ne mogu pomicati, pouzdano zaštićuju, radnik ih ne može ukloniti, a ako to i učini, odmah se vidi da ih nema na stroju. Osim toga, one radniku onemogućuju pristup u opasnu zonu stroja za vrijeme operacije i vrlo dobro zaštićuju od rasprsnutih dijelova stroja i materijala.

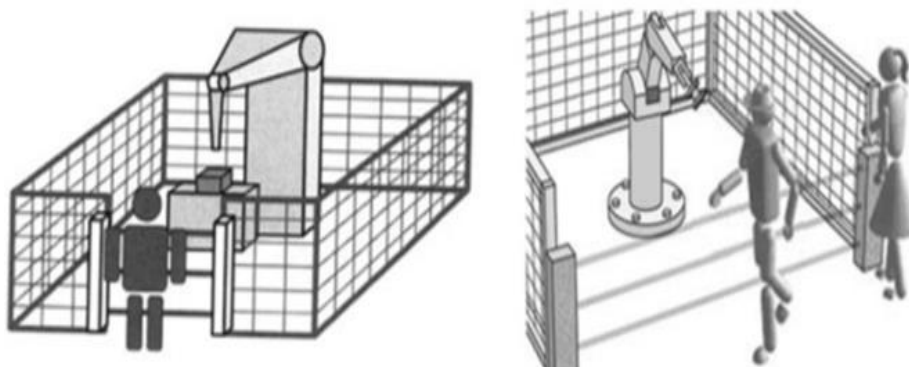


Slika 11. Čvrste zaštitne naprave

### 7.3. Zaštitne naprave za blokiranje (pomične)

Upotreba čvrste zaštitne naprave nemoguća je u slučaju obrade predmeta jer zazor koji ne dopušta prilaz radnikove ruke onemogućuje namještanje predmeta za obradu. U takvim slučajevima mora se primijeniti pomična zaštitna naprava za blokiranje, slika 12. Te su zaštitne naprave po obliku i konstrukciji slične čvrstim, ali se mogu pomicati za vrijeme postavljanja predmeta koji želimo obraditi. Osim toga, one su tako povezane s mehanizmom stroja ili sklopkom za dovod pogonske energije da nije moguć radni hod stroja dok je naprava pomaknuta i ne zaštićuje mjesto radnog postupka. Također,

potrebno je spomenuti elektronske zaštitne naprave za blokiranje. One se u novije vrijeme sve više upotrebljavaju na strojevima. Zaštita je u tom slučaju osigurana uređajem sa svjetlosnim snopom (fotoćelijama). Pri prekidu bilo koje zrake svjetlosnog snopa za vrijeme radnog hoda, stroj se zaustavlja. Sve zaštitne naprave za blokiranje moraju biti takve da u slučaju njihova kvara radnik ne može stroj staviti u pogon, ili ako je u pogonu zaustaviti.



Slika 12. Zaštitne naprave za blokiranje

#### **7.4. Automatske zaštitne naprave**

Postoji mnogo različitih načina zaštite od opasnosti pri upravljanju strojevima, kako strojem sa računalno numeričkim upravljanjem (Computer Numerical Control – CNC), tako i drugim složenim strojevima. Jedan od načina su tehničke zaštitne naprave koje se montiraju na samom stroju, kao npr. senzor za automatsko zaustavljanje stroja pri povlačenju vrata stroja ukoliko dođe do nepravilnog rada stroja ili mogućnosti za nastanak ozljede radnika[8]. One su raznovrsne, a osnovna im je svrha onemogućiti pristup radniku u opasnu zonu za vrijeme radnog hoda stroja. Djeluju sinkronizirano s radom stroja, neovisno o uređaju za pokretanje stroja.

## **8. NAJČEŠĆI IZVORI OPASNOSTI PRILIKOM RADA S ČELIKOM**

U ovom poglavlju navodimo osnovne grupe opasnosti kod rada sa čelikom od onih očitih kao na primjer razni udarci do manje poznatih kao što su razne opasnosti od plinova ili zračenja.

### **8.1. Štetnosti od dima, prašine i plina**

#### **➤ ŠTETNOSTI OD PLINA**

Opasni plinovi mogu biti teži ili lakši od zraka, karakteristične boje i mirisa, ali i bez boje i mirisa te opasni već i kod malih koncentracija. Neki plinovi, pare i prašine pomiješani sa zrakom mogu biti eksplozivni zato u blizini ne smije biti izvora paljenja. Čovjek se mora zaštititi cijevnom maskom.

Prema načinu djelovanja plinovi se mogu podijeliti u sljedeće skupine.

- Zagušljivci: kemijski zagušljivci (ugljični monoksid) obični zagušljivci (ugljični dioksid, acetilen, zemni plin, butan i propan)
- Nadražljivci: nitrozni plinovi fozgen narkotici

#### **➤ TEHNIČKI PLINOVI**

Sve složeniji tehnički procesi u industriji zahtijevaju sve veću upotrebu raznih tehničkih plinova, Slika 13. Upotreba tehničkih plinova dolazi do izražaja prilikom različitih operacija: zavarivanja metala, puštanja i zaustavljanja radnih elemenata stroja, taljenja olova. Najčešće se u čeličnim bocama koriste tehnički plinovi acetilen, kisik, zrak i ugljični dioksid.



Slika 13. Tehnički plinovi u bocama

#### ➤ ŠTETNOST OD PRAŠINE I DIMA

Prašine i dimovi su sitne čestice krutih tvari koje su raspršene u zraku. One ulaze u ljudski organizam zajedno sa zrakom putem dišnih organa. Količina prašine ili dima koja uđe u organizam čovjeka ovisi o koncentraciji u zraku i veličini čestica. Prema načinu djelovanja na zdravlje čovjeka, prašine i dimovi dijele se u sljedeće skupine:

- otrovne prašine i dimovi
- štetne prašine
- dimovi koji uzrokuju groznicu
- prašine koje imaju nadražujuće djelovanje
- prašine koje izazivaju alergijske pojave
- prašine bez djelovanja.

## 8.2. Opasnost od zračenja

Zračenja se dijele na ionizacijska i ne ionizacijska. Svi predmeti ugrijani na visoku temperaturu npr. Pri zavarivanju, zrače toplinsko i ultraljubičasto zračenje. Ionizacijska zračenja su najštetnija i mogu izazvati teške bolesti. Osnovna mjera od zaštite od ultraljubičastog zračenja sastoji se u tome se zaposlenik udalji od mjesta izvora zračenja, a ako to nije moguće, treba koristiti sredstva osobne zaštitne opreme.

### 8.3. Opasnosti pri uporabi ručnog alata

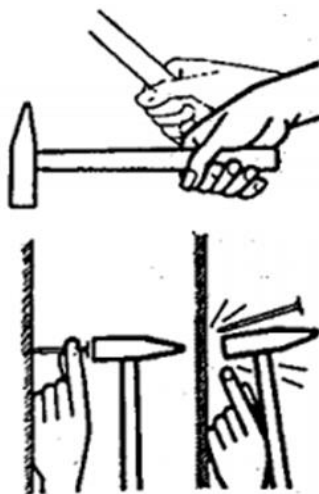
Najčešći uzroci nezgoda na radu pri rukovanju ručnim alatom:

- neispravan alat
- uporaba alata u pogrešne svrhe
- neispravan način rada
- neispravno odlaganje alata.

Sprječavanje nezgoda pri uporabi alata je moguće:

- kontrolom alata
- održavanjem alata
- ispravno uskladištenje i prijenos alata
- ispravna uporaba osobnih zaštitnih sredstava
- vježbanje i poučavanje zaposlenika o ispravnoj upotrebi alata.

Ručni alat je uzrok velikoga broja nezgoda koje se, nažalost, svakodnevno događaju na svim područjima ljudske djelatnosti, slika 14. Osnovni razlog tome je veoma velika rasprostranjenost primjene svih oblika ručnih alata.

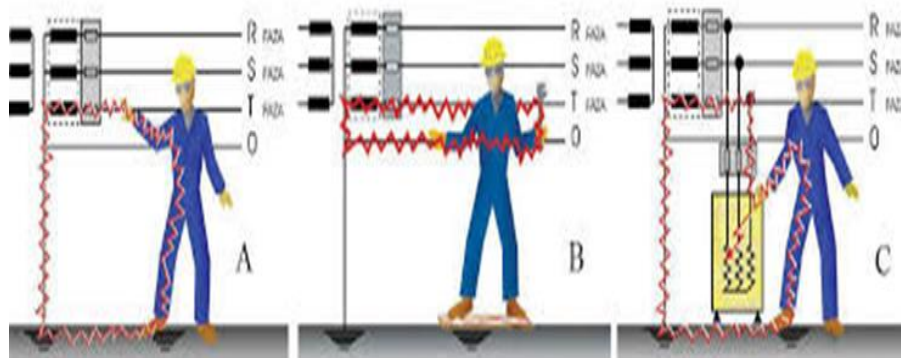


Slika 14. Nesreća pri rukovanju ručnim alatom

## 8.4. Opasnosti od električne struje

Rad s električnom strujom spada u poslove s posebnim uvjetima rada. Prilikom rada s električnom strujom može doći do strujnog udara i ozlijede zaposlenika, slika 15. Prije početka radova u beznaponskom stanju mora se osigurati mjesto rada primjenom pet pravila sigurnosti prema sljedećem redoslijedu:

1. Iskapčanjem odvojiti od napona,
2. Mjesto rada osigurati od mogućnosti slučajnog ukapčanja,
3. Provjeriti beznaponsko stanje,
4. Uzemljiti i kratko spojiti
5. Ograditi od dijelova postrojenja.



Slika 15. Nesreća uzrokovana električnim udarom

## 8.5. Opasnost od alata na električni pogon

Prije rada treba provjeriti ispravnost djelovanje svih dijelova alata i zaštitnih naprava te moguću opasnost od požara i eksplozija. U slučaju da se uoči promjena na alatu potrebno ga je isključiti iz uporabe te obavijestiti rukovodioca. Svaka ozljeda ručnim alatom može biti vrlo opasna, a te opasnosti su:

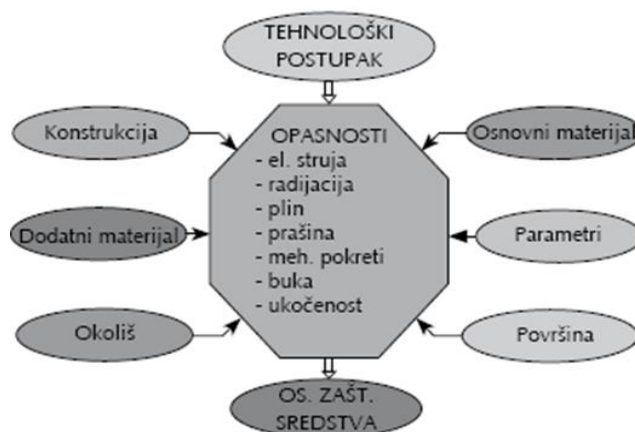
- Opasnost od električnog udara
- Opasnosti od pokretnih dijelova
- Opasnosti zbog neispravnog odlaganja alata
- Opasnosti od iskrenja.



## 9. UPORABA ODGOVARAJUĆE ZAŠTITNE OPREME

### 9.1. Osobna zaštitna sredstva

Osobna zaštitna sredstva predstavljaju osobnu zaštitnu opremu koja se daje na korištenje osobama izloženim za vrijeme rada određenim opasnostima koje se drugim mjerama ne mogu otkloniti. Na slici 16. vidimo čimbenike koji doprinose opasnosti radi kojih se koriste osobna zaštitna sredstva.



Slika 16. Čimbenici koji utječu na opasnosti i osobnu zaštitnu opremu

osobna zaštitna sredstva se prema namjeni dijeli na opremu za:

- zaštitu glave (kacige, pokrivala),
- zaštitu vrata (okovratnici),
- zaštitu sluha (čepići i štitnici za zaštitu sluha),
- zaštitu očiju i lica (zaštitne naočale, varilačke maske, viziri),
- zaštitu organa za disanje (maske, respiratori, izolacijski aparati),
- zaštitu ruku (zaštitne rukavice, napršnjaci, nadlaktice i podlaktice, narukavci),
- zaštitu nogu (zaštitne cipele, čizme, štitnici za potkoljenicu),
- zaštitu kože (zaštitne kreme i masti),
- zaštitu trupa i trbuha (zaštitni prsluci, kaputi i pregače, opasači za tijelo, prsluci za spašavanje),

- zaštitu cijelog tijela (sigurnosni pojasevi, oprema za sprječavanje pada s visine i u dubinu).
1. Osobna zaštitna oprema za zaštitu očiju pri zavarivanju:
    - Opasnosti od oštećenja očiju kojima je izložen radnik prilikom obavljanja radnog procesa zavarivanja uzrokovane su, prije svega, štetnim djelovanjem zračenja na vidljivom području koje se očituje jakim bliještanjem i zasljepljenje, a posljedica može biti bolna upala očiju, zatim oštećenja očiju zbog štetnog ultraljubičastog i infracrvenog zračenja te zbog pada iskre i letećih čestica šljake u oko[9]. Zavarivač kod zavarivanja mora čitavo lice zaštititi štitnikom (elektrolučno zavarivanje) ili može uporabiti kombinaciju zaštitne kapuljače za zavarivanje i zaštitnih naočala za zavarivanje s tamnim staklom, slika 17.



Slika 17. Štitnici za zavarivanje

Najnovija tehnologija kada govorimo o ovim filterima je elektrooptički filter koji sadrži tekuće kristale koji se već pri prvoj iskri koju uzrokuje električni luk aktiviraju i automatski zatamnjuju staklo na unaprijed podešeno zatamnjenje. To omogućuje zavarivaču veću preciznost pri radu a samim tim i veću produktivnost jer je vrijeme reakcije vrlo kratko, pa zavarivač nema potrebe skidati kacigu tijekom postupka zavarivanja, slika 18. [4].



Slika 18. Zaštitne naočale, kaciga i štitnik

- Zaštitne kape, marame i kapuljače također spadaju pod sredstva za zaštitu glave. Zaštitna kapa služi za zaštitu glave od prljanja prašinom, uljima, mastima, te od zahvaćanja kose rotirajućim dijelovima. Zaštitna kapa štiti od umjerene hladnoće i vlage te od sunčeve topline. Zaštitna marama služi u iste svrhe kao i zaštitna kapa za radnike. Osim spomenutih sredstava, za zaštitu glave u specifičnim uvjetima koristi se zaštitna kapuljača, kožna zaštitna kapa za elektrozavarivače, zaštitna kapa sa štitnikom za uši i vrat, slika 19.



Slika 19. Zaštitna kapa, marama i kapuljača

1. Sredstva za zaštitu dišnih organa, slika 20, služe kako bi se zaštitili dišni organi od štetnih čestica, prašina i plinova koji se vrlo lako mogu udahnuti i tako doprijeti do pluća i uzrokovati oštećenja tkiva. Zrak koji treba doći do dišnih organa radnika prvo mora proći kroz filter za prašinu, kako prašina ne bi začepila filter za papir, čime bi se umanjila uloga aktivnog ugljena u zaštiti dišnih organa [3]. U ova sredstva spadaju respirator, cijevna maska s kisikom i zaštitna plinska maska.



Slika 20. Sredstva za zaštitu dišnih organa

2. Kožne zaštitne rukavice, slika 21, koriste se za zaštitu ruku radnika koji radi zavarivačke i pomoćne poslove, radi zaštite od ugrijanog metala, ultraljubičastog te toplinskog zračenja, te opasnosti od rastopljenog metala pri varenju da dođe na kožu i ruke. Primjenjuju se kod kovačkih radova, termičke obrade metala, pri rezanju metala na razne načine, te autogenog i elektro zavarivanja. [3]



Slika 21. Kožne zaštitne rukavice protiv toplinskih i mehaničkih rizika

3. Zaštitno radno odijelo, slika 22, služi za zaštitu tijela od zahvaćanja rotirajućim i drugim pokretnim dijelovima strojeva, uređaja i alata te od prljanja prašinom, uljima i mastima. Namijenjeno je radnicima koji rade u radionicama te radnicima na otvorenom prostoru. Zaštitno kožno odijelo upotrebljava se na onim radnim mjestima gdje za cijelo tijelo postoji opasnost od iskri, čestica užarenog materijala i štetnih plinskih zračenja.



Slika 22. Zaštitno radno odijelo

4. Sredstva za zaštitu nogu, slika 23, štite noge od padajućih predmeta (cipele s čeličnom kapidom), zaštitu od štetnog toplinskog djelovanja (npr. cipele s drvenim đonom). Zaštitne kožne potkoljenice namijenjene su obavljanju poslova gdje postoji opasnost za noge od posjeklina, ogrebotina, iskri, čestica rastopljenog metala, otvorenog plamena, zagrijanih tijela ili štetnog zračenja.



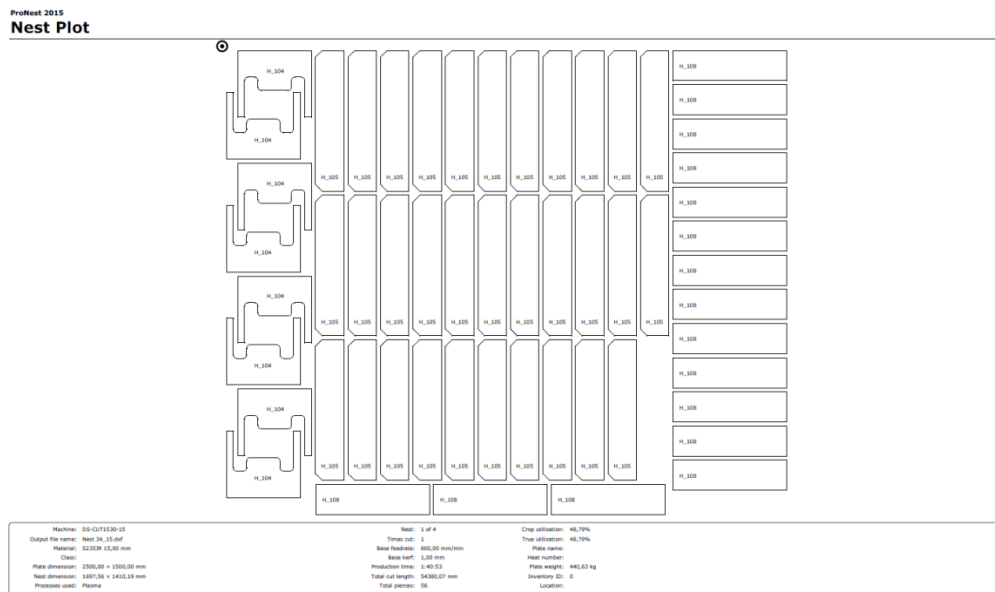
Slika 23. Sredstva za zaštitu nogu

## 10. EKSPERIMENTALNI DIO

S obzirom na mogućnost promatranja proizvodnog dijela tvrtke koja se bavi projektiranjem, izradom odnosno proizvodnjom i montiranjem čeličnih konstrukcija za potrebe ovog rada se istraživalo rizike radne okoline kao i osobna zaštitna sredstva koja su dužni koristiti radnici u proizvodnji.

### 10.1. Primjer na CNC plazma rezaču Hypertherm powermax 105

Sam početak uključuje izradu plana rezanja čeličnih pločica prema nacrtu kao na slici 24. Određuju se najpogodniji parametri za izrezivanje i zadana debljina materijala. Čelične pločice kao gotovi proizvod u ovom postupku nakon izrezivanja prolaze daljnju obradu do konačne primjene na gradilištu.



Slika 24. Plan rezanja čeličnih pločica

Za CNC rezanje plazma izvorom potrebne su sljedeće komponente:

- kompresor
- izvor plazme
- radni stol CNC rezača

- CNC upravljački sustav

Kompresor na slici 25. služi za komprimiranje zraka na potreban tlak koji plazma zahtjeva. Kompresor osigurava opskrbu iz spremnika komprimiranim zrakom prikazan na slici 26, što osigurava da se mjesto plazmatskog luka nalazi strogo u središtu elektrode, kako bi se izbjegle nepotrebne komplikacije prilikom rada.



Slika 25. Kompresor



Slika 26. Spremnik komprimiranog zraka

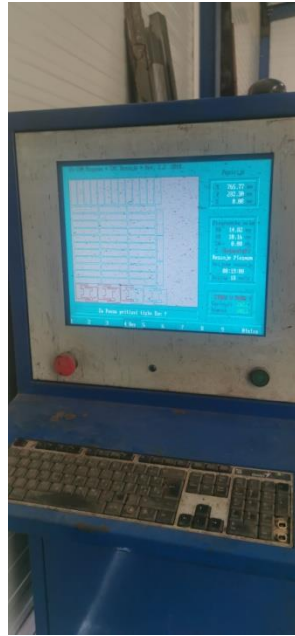
Radni stol CNC rezača slika 27. služi za smještaj čelične ploče koja se reže. Prikazani je stol dimenzije 150x250 cm, sa spremnikom za vodu. Voda ispod čelične ploče koja se reže služi za skupljanje čestica od rezanja i za hlađenje ploče, kako bi se smanjila deformacija ploče uslijed zagrijavanja od plazma luka.



Slika 27. Radni stol CNC rezača slika

CNC upravljački sustav na slici 28. funkcioniše putem CAM programa (program za računalno potpomognutu proizvodnju). CAM program omogućava zaokruživanje cijelog procesa obrade čelika, kao i crtanje modela, izradu programa, te upravljanje samim CNC strojem. Podržava sve najčešće CNC obrade, rezanje, bušenje, graviranje, izrada tiskanih pločica i sl. U prikazanom slučaju je proces izrezivanja prema shematskom prikazu.





Slika 28. CNC upravljački sustav

Plazma rezanje prikazano na slici 29. odvija se, jednako kao i sva druga termalna rezanja, taljenjem čelika. Za razliku od drugih tehnika termalnih rezanja, čelik koji se reže plazmom mora imati električnu provodljivost. Uspostavljanjem električnog luka, odnosno stvaranjem plazme, razvija se visoka temperatura koja topi čelik. Izuzetno važno u procesu rezanja plazmom je plin. Naime, različite vrste plinova daju različitu kvalitetu reza. Uz to, neki od plinova mogu u znatnoj mjeri utjecati na cijenu rezanja plazmom.



Slika 29. Plazma rezanje

Tijekom izrezivanja koriste se razni plazmeni plinovi, u opisanom slučaju koristi se zrak. Zrak je često u upotrebi jer je lako dostupan. Kvaliteta reza je zadovoljavajuća. Nekad je moguć nedostatak oksidacija prilikom rezanja aluminija ili nehrđajućeg čelika.

Za proces izrezivanja plazma izvorom koriste se još kisik, dušik, vodik, argon mješavina argona i vodika. Odabir plina ovisi o vrsti i kvaliteti reza, potrošnji električne energije kao i o samom materijalu koji se reže (ugljični čelik, aluminij, nehrđajući čelik).

Izvor plazma rezača je najvažniji dio cijelog sustava, jer on određuje vrstu kako plazmenog tako i zaštitnog plina koji ćemo koristiti u procesu rezanja. Plazma rezač Powermax105, slika 30. ima radni ciklus i performanse potrebne za teško industrijsko rezanje i žlijebljenje. Sustav za rezanje plazmom sastoji se od plazma izvora za rezanje, CNC upravljačkog sustava, stola za rezanje, nosača gorionika za rezanje, uređaja za distribuciju plina.



Slika 30. Izvor plazma rezača

Postupak rezanja čelika:

1. Iz izvora napajanja, struja, se preko kabela dovodi do plamenika, gdje se stvara električni luk.
2. Kompresor komprimira zrak koji se usmjerava u električni luk.
3. Kad protoci prođu kroz luk, plin se zagrijava na visoku temperaturu.

4. Plin se pretvara u mlaz plazme.
5. Kada je izložen zagrijanom zraku koji izlazi pod visokim pritiskom, metal se reže.

### **10.1.1. Rizici pri radu**

- Rizik od udara električne struje
- Rizik od požara i eksplozija
- Rizik od buke
- Toplinske opasnosti
- Radni rizici koji se odnose na greške i odstupanja od rada na siguran način

Kako bi rad s kompresorom i komprimiranim zrakom bio što sigurniji potrebno primijeniti sljedeće upute:

- Poštivanje svih mjera ZNR
- Ne dirati dijelove uređaja kada su u pokretu
- Prije početka rada kompresora, potrebno je provjeriti ispravnost sigurnosnog ventila na cilindru kompresora te na spremniku za zrak. Tlačna sklopka smije biti regulirana samo do najvišeg radnog tlaka zraka, određenog od proizvođača i obilježenog crvenom crtom na manometru.
- Provjerite ispravnost pokretnih dijelova kompresora, cjevovod, ventil sigurnosti i sve ostale elemente bitne za normalan rad kompresora. Svi oštećeni dijelovi moraju biti popravljani ili zamijenjeni u ovlaštenom servisu.
- Pri radu morate uvijek nositi zaštitne naočale i osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha.
- Pri radu s kompresorom nosite adekvatnu odjeću i obuću.
- Kompresor ne koristiti u blizini vode niti u vlažnoj sredini.

Jedan od glavnih izvora opasnosti je električna struja. Četiri načina kako električna struja štetno djeluje na ljudski organizam su:

1. Toplinski – zagrijavanjem tijela nastaju teške vanjske i unutarnje opekline

2. Mehanički – uslijed prolaza struje dolazi do grčenja mišića što može izazvati kidanje krvnih žila, živaca pa čak i lomove kostiju

3. Kemijski – uslijed prolaska struje elektrolitički se razdvaja krvna plazma

4. Biološki – očituje se tako da dolazi do grčenja mišića, prestanka disanja zbog paralize dišnih organa, grčenja krvotoka, treperenja srčanih klijetki i paralize rada srca, a može i nepovoljno utjecati na živčani sustav.

Zaštita ljudi od ozljeđivanja električnom strujom provodi se na tri osnovna načina:

1. Onemogućavanjem dodira čovjeka s bilo kojim dijelom postrojenja ili instalacije pod naponom, onemogućavanjem dodira elemenata pod naponom, uklanjanjem mogućnosti da čovjek dijelovima tijela premosti dvije točke različitih potencijala
2. Ograničavanjem jakosti struje kroz ljudsko tijelo na neopasne vrijednosti, ograničenjem visine napona (ograničava se struja koja prolazi kroz tijelo na neopasne vrijednosti)
3. Ograničavanjem količine elektriciteta kojemu je izloženo ljudsko tijelo na neopasne vrijednosti, zaštita s brzim isključenjem (količina elektriciteta koji djeluje na ljudsko tijelo ograniči se na sigurne vrijednosti).

Bitna uloga je u obuci, znanju, vještinama te fizičkoj i psihičkoj sposobnosti radnika za strojem. Opasnosti koje prijete pri rukovanju strojem su buka, bljeskovi, metalne pare, čestice metalne prašine. Zbog navedenih opasnosti neophodno je zaštititi oči, uši, dišne putove, kožu. Tijekom izrezivanja do izgaranja i isparavanja metala, uslijed čega dolazi do špricanja taline ( sitne kapljice) a sve je popraćeno konstantnom bukom (šumovi). Sve ove navedene popratne pojave u postupku rezanja direktno narušavaju zdravlje operatera i ostalog osoblja koje se nalazi u pogonu.

## ZAŠTITA SLUHA

Zaštitno sredstvo preporučljivo u ovom slučaju su čepići za uši. Njihova uloga je smanjiti intenzitet nastale buke iako se zvukovi rada stroja i dalje čuju zbog praćenja samog procesa rada. Uz primjernu zaštitnih čepića smanjuju se trajna i učestalija oštećenja sluha iako nastala buka nema tako veliki intenzitet i dalje je konstantna.

## ZAŠTITA OČIJU

Istaknute opasnosti za vid su:

- električni luk valne duljine 100nm do 400 nm
- visoki intenzitet svjetlosti u vidnom području valne duljine 380nm do 780 nm
- vrlo opasne leteće čestice i kapljice rastaljenog metala, koje su izrazito opasne ne samo za oči već i za druge dijelove tijela.

Zaštita očiju je primarni potez, zaštitno sredstvo u vidu zaštitnih naočala mora omogućiti potpunu zaštitu a pri tome da se jasno vidi proces rezanja i kakvi su rezultati istog.

## ZAŠTITA DIŠNOG SUSTAVA

S obzirom da su operateri u procesu rezanja izloženi nastajanju otrovnih dimova i metalnih para kao i djelovanju letećih metalnih čestica ( kapljice taline), posljedice za dišni sustav mogu biti trajne i veoma teške. Iz tog razloga razvijene su zaštitne maske koje kao dodatak na sebi imaju filter, te su one pogodne za nošenje ne samo kod rezanja i zavarivanja već i kod brušenja metala.

## ZAŠTITA KOŽE

Najveću opasnost za kožu predstavlja ultraljubičasto i toplinsko zračenje. Ultraljubičasto zračenje kod duže izloženosti uzrokuje trajne posljedice dok toplinsko bez obzira na vremensko trajanje izloženosti ima za posljedice opekline. Nošenjem specijaliziranih zaštitnih odjela i rukavica, te postavljanjem zavarivačkih zavjesa i sl. pomagala također se može osigurati adekvatna razina zaštite operatera.

### **10.1.2. Osobna zaštitna sredstva**

U osobna zaštitna sredstva spadaju:

- automatska zaštitna maska koja u potpunosti štiti oči, lice, uši te omogućava kristalno čist pogled na mjesto rezanja odnosno zavarivanja.
- zaštitna odjela, rukavice, obuća.

### **10.1.3. Ostala zaštitna sredstva**

Osim suvremenih osobnih zaštitnih sredstava danas se koriste i drugi načini zaštite na radnom mjestu kao što su:

- dobra ventilacija u radnim prostorima ( pogoni, radionice)
- postavljanje zavarivačkih zavjesa
- korištenje odsisnih stolova za rezanje i sl.

Odsisni sustavi u pogonima odnosno radionicama gdje se provodi toplinsko rezanje metala iznimno su važni, iz razloga jer odvede iz radnog prostora otrovne dimove, metalne pare, metalnu prašinu. Kombinacijom svih raspoloživih mjera zaštite na radu, njihovim poštivanjem moguće je postići zadovoljavajuću razinu zaštite u postupcima rezanja i zavarivanja.

## 11. REZULTATI I RASPRAVA

Prilikom proizvodnje čeličnih konstrukcija radna okolina uključuje razne strojeve, uređaje i alate koji će u nastavku biti postepeno opisani s napomenutim rizicima korištenja uz adekvatnu osobnu zaštitnu opremu.

Prvi i jedan od većih strojeva uočeni u tvrtki je horizontalna tračna pila, slika 31. Kod tračnog piljenja alat je rezna traka zavarena na krajevima kako bi činila beskonačnu traku. Proces rezanja je kontinuiran zato je i postupak veće proizvodnosti.

1) Izvori opasnosti na tračnim pilama:

- traka pile iznad i ispod radnog stola
- odlijetanje puknute trake
- kotači ( nosači trake )
- leteće čestice
- previsoki napon dodira
- slučajni dodir
- instalacija i oprema

Na stroju su prikazani sljedeći znakovi obveze:

- obaveza zaštite očiju
- obaveza zaštite sluha
- obavezna zaštita ruku
- obavezna zaštita nogu
- opasnost od električne struje.



Slika 31. Horizontalna tračna pila

U proizvodnji čeličnih konstrukcija koristi se i stupna bušilica, slika 32. Stupna bušilica se izrađuje s okruglim stupom za manje promjere bušenja ili sa sandučasto oblikovanim stalkom za veće dubine i promjere bušenja. Podložna ploča se kod stupnih bušilica pričvršćuje na temelje. Za prijenos snage se koristi više osovinski zupčasti prijenosnik.

Rizici pri radu:

- rotirajuće svrdlo i stezna glava mogu zahvatiti dijelove tijela i odjeću radnika
- ključ može izletjeti iz stezne glave
- metalne ili drvene čestice od bušenja mogu upasti u oko radnika
- oštra metalna strugotina ili drveni otpaci mogu ozlijediti ruke i šake radnika
- rizik od električne struje (previsoki napon dodira ili slučajni dodir).





Slika 32. Stupna bušilica

Rezanje čelika plazmom je uključeno u svakodnevne poslove. Kada govorimo o plazma rezanju moramo naglasiti da je ono gotovo nezamjenjivo u rezanju nehrđajućih čelika, aluminija i aluminijских legura, bakra i bakrenih legura odnosno svih električki vodljivih materijala. Sustav za rezanje plazmom sastoji se od plazma izvora za rezanje, računalno numeričkog upravljačkog sustava, stola za rezanje, nosača pištolja za rezanje, uređaja za distribuciju plina, slika 33.

Opasnosti pri radu s plazma uređajem:

- Opasnost za oči - plazma mlaz stvara velike količine vidljivog i ultraljubičastoga zračenja koje mogu oštetiti oči. Iskre i vrući metal također mogu uzrokovati ozljede oka. Nosite odgovarajuće maske i zaštitu za oči prilikom korištenja plazme baklje. Pravilna zaštita očiju detaljno je opisana u korisničkom priručniku.
- Opasnost za dišni sustav- rezanje metala plazmom stvorit će opasne plinove. Upotrijebite pravu opremu za disanje i ni pod kojim okolnostima ne udišite plinove. Ako morate komad pregledati dok ga izrežete, pogledajte ga sa strane, ali ne i iznad. To će umanjiti izloženost opasnim plinovima. Provjerite je li radni prostor dobro prozračen.
- Opasnost od električnog udara- plazma uređaj djeluje na vrlo visokim naponima. Dodir s izloženim dijelovima nosi visoki rizik od fatalnog strujanja, stoga nikada ne dirajte bilo koji drugi dio baklje osim ručke ili okidača dok je u

radu. Čak i kad je prekinuta električna veza, ne smijete dirati potencijalno izložene dijelove. Obavezno nosite izolirane rukavice i odjeću i koristite električno izolirane tepihe, kao i pripazite da uzemljenje dobro bude povezano. Sam radni komad također mora biti uzemljen.



Slika 33. Plazma uređaj

Viličar se u proizvodnji koristi za prijenos i dizanje materijala. Za rukovanje teretima koje valja smjestiti jedan na drugi, odnosno po visini, služe viljuškari (viličari) i portalna kola. Čelni viljuškar skida materijal naslagan na paletu tako što pod nju podveze viljušku. Svim kretanjima upravlja vozač, sjedeći ili stojeći na viljuškaru, koji se pogoni elektromotorno ili Dieselovim motorom, slika 34.

Upute za rad s viličarom na siguran način:

- potrebno je koristiti zaštitnu opremu kao što je zaštitna kaciga, zaštitne cipele, reflektirajući prsluk te duga sredstva ovisno u uvjetima u kojima se radi (ako se radi u hladnom prostoru potrebno je koristiti topliju radnu odjeću)
- prije svakog početka rada potrebno je izvršiti vizualan pregled kako bih se uočili mogući nedostaci i spriječili nesreće
- potrebno je provjeriti ispravnost guma i čvrstoću vijaka na kotačima kako bi se u slučaju neispravnosti na vrijeme zamijenile ta tako spriječilo njihovo pucanje i mogućnost prevrtanja viljuškara.



Slika 34. Viličar

U trenutku dolaska u tvrtku vidio se dio gotovih čeličnih sklopova, slika 35., odnosno skup čeličnih sklopova. S obzirom na to da se montaža konstrukcije izvodi kao jedna u nizu paralelnih aktivnosti na gradilištu nameće se potreba za izradom terminskoga plana proizvodnje i montaže čeličnih skupova u građevnu konstrukciju.



Slika 35. Čelični sklop

Da bi u potpunosti izvršavali svoje radne zadatke radnici moraju rukovati s električnim alatom kao što je kutna brusilica prikazana na slici 36. Radnici je primjenjuju za brušenje čeličnih profila.

Rizici pri rukovanju s brusilicom:

- ozljeda organa vida metalnim opiljcima (špena)
- posjekotine, poderotine od dodira s pokretnim dijelom alata

- oštećenje dišnih organa metalnom prašinom
- oštećenja sluha bukom koju proizvodi alat
- električni udar.



Slika 36. Kutna brusilica

Idući opisani segmenti su iz područja zaštite u radnom prostoru. Zaštitna pregrada za zavarivanje koja je improvizirana od strane radnika. Uloga zaštitne pregrade za zavarivanje je zaštita od opasnog zračenja, elektrolučnog zavarivanja i prskanja, te poboljšanje zaštite radnog osoblja u blizini mjesta zavarivanja, slika 37.



Slika 37. Zaštitna pregrada za zavarivanje

Zaštitna kaciga za zavarivanje omogućuje zavarivaču veću preciznost pri radu a samim tim i veću produktivnost jer je vrijeme reakcije vrlo kratko, pa zavarivač nema potrebe skidati kacigu tijekom postupka zavarivanja, slika 38.



Slika 38. Zaštitna kaciga za zavarivanje

Zaštitne naočale s prozirnim staklom koriste se kod ručnih i strojnih radova za zaštitu od letećih čestica koje dolaze iz čeonog i bočnog smjera, slika 39. Mogu se nositi preko naočala za vid. Leća od acetata štiti od alkohola, ulja, masnoća, ugljikovodika kao i široka periva i prilagodljiva traka za glavu.



Slika 39. Zaštitne naočale

Unutar prostora proizvodnje istaknute su zakonske obveze zaštite na radu kao što je prikazano na slici 40. Samim time radno osoblje je upućeno i uvažava obveze.



Slika 40. Zakonske obveze

Svi radnici moraju biti upoznati s planom evakuacije i spašavanja. Jednom u dvije godine provesti vježbu evakuacije i spašavanja. Evakuacija i spašavanje definirana je Zakonom o zaštiti na radu. Zakon definira osnovne obaveze glede evakuacije i spašavanja u tvrtkama. Sredstava i oprema za gašenje moraju biti stalno u pripravnosti i ispravnom stanju te postavljanja na vidljivim i pristupačnim mjestima unutar promatrane tvrtke.

## **12. ZAKLJUČAK**

Prilikom rada s čelikom radnici su u natprosječno opasnim radnim uvjetima, zbog takve radne okoline trebali bi biti izrađeni posebni pravilnici o nužnosti upotrebe najkvalitetnijih osobnih zaštitnih sredstava. Kod praktički svih postupaka zavarivanja potrebno je naročito voditi računa o osobnoj zaštiti koja mora uvijek proizlaziti iz postojećih realnih opasnosti. Sva sredstva rada moraju biti opskrbljena potrebnim zaštitnim napravama što se utvrđuje propisanim ispitivanjima, te o čemu se izrađuje i vodi propisana dokumentacija i evidencija. Iz godišnjih izvještaja mnogih tvrtki koje pružaju dokumentirane podatke o stanju na radnim mjestima, kao i pregled podataka o stanju ozljeda na radu i profesionalnim bolestima često se može zaključiti da je neupotreba ili upotreba neadekvatne osobne zaštitne opreme jedan od glavnih uzroka nastanka ozljeda i profesionalnih bolesti radnika.

### 13. LITERATURA

- [1] Gojić, M., Metalurgija čelika, Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb: Denona, d.o.o.(pristupljeno 16.1.2021.)
- [2] Časopis “Kemija u industriji” 2013. i 2014. u rubrici “Požarno opasne, toksične i reaktivne tvari” - Sigurnost i zaštita na radu, Kem. Ind. 64 (1-2), 2015. (pristupljeno 17.1.2021.)
- [3] Vučinić J., Vučinić Z., „Osobna zaštitna sredstva i oprema“, Veleučilište u Karlovcu,, 2011., Karlovac, (pristupljeno 22.1.2021.)
- [4] Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18).
- [5] Filetin, T., Izbor materijala pri razvoju proizvoda, Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, 2000. Zagreb (pristupljeno 16.1.2021.)
- [6] Prof.dr.sc. Mijović, B., ODRŽAVANJE STROJEVA I UREĐAJA, Karlovac, 2019. (pristupljeno 26.1.2021.)
- [7] Trbojević, N., Zaštitni uređaji na strojevima, ZIRS i Veleučilište u Karlovcu, Zagreb, ISBN 978-953-7343-76-7., 2016. (pristupljeno 18.1.2021.)
- [8] Mijović, B., Primijenjena ergonomija, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2008. (pristupljeno 26.1.2021.)
- [9] Hrvatski zavod za javno zdravstvo – Osobna zaštitna oprema za zaštitu glave, vrata očiju i lica: <http://www.hzzzs.hr/wp-content/uploads/2016/11/OZO-Glava.pdf>. (pristupljeno 30.1.2021.)
- [10] Kirin, S., Uvod u ergonomiju - ISBN (online) 978-953-8213-03-8, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2019.



## 14. POPIS SLIKA

Slika 1. Konstrukcijski čelik.....	3
Slika 2. Čelična konstrukcija .....	5
Slika 3. Proces proizvodnje čelične konstrukcije .....	6
Slika 4. Transport čelične konstrukcije .....	6
Slika 5. Znakovi zabrane .....	13
Slika 6. Znakovi obveze .....	13
Slika 7. Znakovi opasnosti .....	14
Slika 8. Oznaka za evakuacijski put .....	15
Slika 9. Nesreća uzrokovana rotirajućim dijelom stroja.....	22
Slika 10. Opasnost od uklještenja.....	22
Slika 11. Čvrste zaštitne naprave.....	25
Slika 12. Zaštitne naprave za blokiranje.....	26
Slika 13. Tehnički plinovi u bocama .....	28
Slika 14. Nesreća pri rukovanju ručnim alatom .....	29
Slika 15. Nesreća uzrokovana električnim udarom .....	30
Slika 16. Čimbenici koji utječu na opasnosti i osobnu zaštitnu opremu .....	31
Slika 17. Štitnici za zavarivanje .....	32
Slika 18. Zaštitne naočale, kaciga i štitnik .....	33
Slika 19. Zaštitna kapa, marama i kapuljača .....	33
Slika 20. Sredstva za zaštitu dišnih organa.....	34
Slika 21. Kožne zaštitne rukavice protiv toplinskih i mehaničkih rizika .....	34
Slika 22. Zaštitno radno odijelo.....	35
Slika 23. Sredstva za zaštitu nogu .....	35
Slika 24. Plan rezanja čeličnih pločica .....	36
Slika 25. Kompresor .....	37
Slika 26. Spremnik komprimiranog zraka .....	37
Slika 27. Radni stol CNC rezača slika.....	38
Slika 28. CNC upravljački sustav .....	39
Slika 29. Plazma rezanje.....	39
Slika 30. Izvor plazma rezača.....	40
Slika 31. Horizontalna tračna pila .....	46

Slika 32. Stupna bušilica .....	47
Slika 33. Plazma uređaj .....	48
Slika 34. Viličar.....	49
Slika 35. Čelični sklop.....	49
Slika 36. Kutna brusilica .....	50
Slika 37. Zaštitna pregrada za zavarivanje .....	50
Slika 38. Zaštitna kaciga za zavarivanje.....	51
Slika 39. Zaštitne naočale.....	51
Slika 40. Zakonske obveze .....	52