

# SIGURNOST PRI RADU NA STROJEVIMA ZA OBRANU METALA

---

**Mikotić, Matea**

**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:128:162737>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-25**



**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

Matea Mikotić

# **SIGURNOST PRI RADU NA STROJEVIMA ZA OBRADU METALA**

**ZAVRŠNI RAD**

Karlovac, 2023

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and protection department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Matea Mikotić

# **SAFETY IN METALWORKING OPERATIONS**

**FINAL PAPER**

Karlovac, 2023

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

Matea Mikotić

# **SIGURNOST PRI RADU NA STROJEVIMA ZA OBRADU METALA**

**ZAVRŠNI RAD**

Mentor:  
prof. dr. sc. Budimir Mijović

Karlovac, 2023



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

## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni / specijalistički studij: Stručni studij sigurnosti i zaštite na radu

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 23.03.2023

### **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Matea Mikotić

Matični broj: 0248055155

Naslov: Sigurnost pri radu na strojevima za obradu metala

Opis zadatka: Ovaj rad se bavi temom sigurnosti u metalnoj industriji, s naglaskom na sigurnost pri radu na strojevima za obradu metala. Rad obuhvaća opasnosti koje postoje u metalnoj industriji te temelje sigurnosti na radu kao što su procjena rizika, zaštitne naprave i osobna zaštitna oprema.

Zadatak zadan:  
23.03.2023.

Rok predaje rada:  
28.08.2023.

Predviđeni datum obrane:  
01.09.2023.

Mentor: prof.dr.sc. Budimir Mijović

Predsjednik ispitnog povjerenstva:  
dr.sc. Snježana Kirin, prof.v.š.

## **PREDGOVOR**

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Ovim putem htjela bih se zahvaliti mentoru prof. dr. sc. Budimiru Mijoviću na stručnoj pomoći i vođenju tijekom izrade završnog rada. Posebno se zahvaljujem svim nastavnicima i djelatnicima Veleučilišta u Karlovcu na prenesenom znanju za vrijeme studiranja.

Na kraju zahvaljujem se svojoj obitelji i dečku koji su vjerovali u mene i poticali me da nikad ne posumnjam u sebe.

## SAŽETAK

Ovaj rad se bavi temom sigurnosti u metalnoj industriji, s naglaskom na sigurnost pri radu na strojevima za obradu metala. Rad obuhvaća opasnosti koje postoje u metalnoj industriji te temelje sigurnosti na radu kao što su procjena rizika, zaštitne naprave i osobna zaštitna oprema. Također su detaljno opisane sigurnosne mjere pri radu s brusilicama, blanjalicama, glodalicama, tokarilicama, prešama i strojevima za savijanje lima. Uz to, obrađena su i glavna sigurnosna pitanja za metalnu industriju. Svi ovi aspekti su od izuzetne važnosti kako bi se osigurala sigurnost zaposlenika u metalnoj industriji i smanjila mogućnost ozljeda i nesreća na radu.

Ključne riječi: sigurnost, strojevi za obradu metala, rad, opasnosti pri radu

## ABSTRACT

This paper addresses the topic of safety in the metal industry, with a focus on safety in working with metal processing machines. The paper covers the hazards that exist in the metal industry and the foundations of workplace safety, such as risk assessment, protective devices, and personal protective equipment. Safety measures for working with grinders, planers, milling machines, lathes, presses, and sheet metal bending machines are also described in detail. Furthermore, the main safety issues for the metal industry are discussed. All of these aspects are of utmost importance to ensure the safety of employees in the metal industry and reduce the risk of injuries and workplace accidents.

Key words: safety, metal processing machines, work, hazards at work

## SADRŽAJ

SAŽETAK.....	III
1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj rada .....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	1
2. METALNA INDUSTRIJA .....	2
2.1. Metalna industrija u Hrvatskoj .....	2
3. OPASNOSTI U METALNOJ INDUSTRIJI .....	4
3.1. Opasne zone .....	4
4. TEMELJI SIGURNOSTI NA RADU.....	6
4.1. Procjena rizika.....	6
4.2. Zaštitne naprave i uređaji.....	7
4.3. Osobna zaštitna oprema .....	9
4.3.1. Zaštita sluha .....	10
4.3.2. Zaštita vida .....	11
4.3.3. Zaštita kože .....	13
5. SIGURNOST PRI RADU NA STROJEVIMA ZA OBRADU METALA.....	15
5.1. Sigurnost pri radu sa brusilicama .....	16
5.2. Sigurnost pri radu s blanjalicama .....	20
5.3. Sigurnost pri radu s glodalicama .....	22
5.4. Sigurnost pri radu s tokarilicama .....	26
5.5. Sigurnost pri radu s prešama .....	27
5.6. Strojevi za savijanje lima.....	29
6. GLAVNA SIGURNOSNA PITANJA ZA METALNU INDUSTRIJU.....	31
7. ZAKLJUČAK.....	34



8. LITERATURA .....	35
9. PRILOZI .....	37
9.1. Popis slika .....	37

# 1. UVOD

## 1.1. Predmet i cilj rada

Ovaj rad ima za cilj pružiti pregled sigurnosnih aspekata rada sa strojevima za obradu metala. Predmet istraživanja obuhvaća opasnosti s kojima se radnici suočavaju u metalnoj industriji te mjere i prakse koje se primjenjuju radi osiguranja sigurnosti na radu [1]. U prvom dijelu rada daje se pregled metalne industrije u Hrvatskoj, s naglaskom na njezinu važnost i utjecaj na gospodarstvo zemlje. Zatim se analiziraju opasnosti s kojima se radnici susreću u metalnoj industriji, kao što su ozljede od šiljatih i oštih materijala, izloženost buci, vibracijama i kemijskim tvarima [2]. Nadalje, istražuju se temelji sigurnosti na radu u metalnoj industriji, s posebnim naglaskom na procjenu rizika. Objašnjava se važnost identifikacije potencijalnih opasnosti i izrada plana za njihovo sprječavanje i smanjenje rizika. Također se razmatraju zaštitne naprave i uređaji koji se koriste u metalnoj industriji te osobna zaštitna oprema koja je neophodna za radnike [3]. U sljedećem dijelu rada detaljno se proučavaju sigurnosni aspekti pri radu na različitim strojevima za obradu metala, uključujući brusilice, blanjalice, glodalice, tokarilice, preše i strojeve za savijanje lima. Navode se specifične sigurnosne smjernice i postupci koji se primjenjuju pri radu s tim strojevima kako bi se smanjio rizik od ozljeda [2].

Na kraju, iznose se glavna sigurnosna pitanja koja su relevantna za metalnu industriju. To uključuje pravilnu obuku zaposlenika, održavanje sigurnosne kulture, praćenje propisa i standarda te kontinuirano poboljšanje sigurnosti na radu. Ovaj rad pruža korisne smjernice i informacije o sigurnosnim praksama u metalnoj industriji te ima za cilj pomoći u prevenciji ozljeda i poboljšanju sigurnosti na radnom mjestu.

## 1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Za teorijski dio rada korišten je stručna literatura, članci iz znanstvenih časopisa iz područja zaštite na radu, publikacije i priručnici. Svi podaci su prikupljeni vlastitim pretraživanjem te razumijevanjem stručne literature, potom samostalno obrađeni i sastavljeni u cjelinu koja čini ovaj završni rad.

## 2. METALNA INDUSTRIJA

Metalna industrija ili metalurgija je industrijski sektor koji se bavi proizvodnjom i obradom metala i legura. Ovaj sektor uključuje različite procese kao što su lijevanje, valjanje, kovanje, obrada, zavarivanje, rezanje, brušenje i druge, koji se koriste za proizvodnju različitih metalnih proizvoda [1].

Koraci proizvodnje metala uključuju

- rudarenje
- procesiranje rude
- hidrometalurgija
- piro metalurgija
- obrada metala
- završna obrada
- recikliranje

### 2.1. Metalna industrija u Hrvatskoj

Metalna industrija u Hrvatskoj predstavlja značajan segment gospodarstva. Uključuje proizvodnju i obradu različitih metalnih proizvoda, uključujući strojeve, alate, dijelove i opremu za različite industrije, kao što su automobilska, zrakoplovna, energetska, građevinska i druge. U Hrvatskoj postoji nekoliko velikih tvrtki u metalnoj industriji, ali i veliki broj manjih tvrtki koje se bave specijaliziranom proizvodnjom i obradom metala. Neke od najvećih tvrtki u ovoj industriji uključuju Đuro Đaković Holding, TŽV Gredelj, Končar - Elektroindustrija, Dok-ing i druge. Unatoč ekonomskim poteškoćama, metalna industrija u Hrvatskoj pokazuje znakove rasta i razvoja, a njezina važnost u gospodarstvu i dalje ostaje značajna [1].

Metalna industrija može se podijeliti u 3 sektora

- Rude i rudarska industrija
- Metalurgija

- Industrije za obradu metala i prerađivačke industrije

Metalna industrija ima globalnu važnost zbog njezine široke primjene u različitim industrijama, kao što su automobilska, zrakoplovna, građevinska, energetska, obrambena i druge. Ova industrija proizvodi i obrađuje razne metale, uključujući čelik, aluminij, bakar, željezo i druge. Međutim, metalna industrija također nosi brojne opasnosti za radnike i okoliš. Procesi proizvodnje i obrade metala mogu biti opasni zbog izloženosti kemikalijama, toplini, buci, vibracijama i drugim rizicima. Radnici u ovoj industriji često se suočavaju s ozljedama kao što su opekline, porezotine, lomovi, ozljede kralježnice i druge. Osim toga, metalna industrija može utjecati na okoliš zbog emisije štetnih plinova, onečišćenja zraka i vode te stvaranja otpada. Stoga je važno osigurati da tvrtke u metalnoj industriji pridržavaju sigurnosnih propisa i standarda za zaštitu radnika i okoliša. Također, kontinuirana inovacija i usavršavanje procesa mogu pomoći u smanjenju rizika i poboljšanju sigurnosti u ovoj industriji. Slika 1 prikazuje taljenje metala.



Slika 1. Radnik na peći za taljenje metala [1]

### 3. OPASNOSTI U METALNOJ INDUSTRIJI

Industrija metala nosi niz opasnosti za radnike, koje se povećavaju ukoliko se radnici ne pridržavaju uputa o rukovanju i ne koriste zaštitna sredstva za rad u skladu sa Pravilnikom o uporabi osobnih zaštitnih sredstava [2] i Zakonom o zaštiti na radu (NN 59/96) [3], te ako nisu osposobljeni za rad [4].

Opasnosti uključuju sljedeće [4]:

- Ozljede prstiju i ruku
- Ozljede glave i tijela
- Izloženost opasnim tvarima
- Električni udari
- Bučna okolina
- Izloženost visokim temperaturama
- Oštri rubovi i uglovi

Mjesta i prostori na oruđima koja stvaraju opasne gibanja su vrlo rizični u metalnoj industriji. Takva mjesta mogu uzrokovati prignječenja, uklještenja, zahvaćanja, rezove, posjekotine, udarce i udare od električne energije, kao i štetna djelovanja opasnih tvari [5]. Opasnosti od povreda mogu se pojaviti ne samo prilikom obrade materijala u industriji obrade metala, već i u drugim fazama radnog procesa kao što su dopremanje sredstava za rad i materijala, skladištenje i priprema za obradu. Ove opasnosti su posebno izražene kada se radi s materijalima ili dijelovima koji imaju oštre ili šiljaste dijelove ili krajeve, kao što su limovi, šipkasti materijali, glodači, različite vrste noževa za mašine, alatke i drugi materijali i alati [6].

#### 3.1. Opasne zone

Opasne zone su mjesta ili prostori na kojima postoji rizik od povreda zbog pokretnih dijelova mašina ili uređaja. Te opasne zone mogu biti oko mašina i uređaja, kod prijenosnika kretanja i energije, materijala koji se obrađuje i raznih

vrsta alata koji se koriste u obradi. Često se u metalnoj industriji koriste dizalice, poput mosnih dizalica, koje također mogu stvoriti opasnu zonu, čak i kada nisu u radnom procesu. Neosigurane kuke i užadi mogu dovesti do nekontroliranog kretanja pojedinih dijelova mosne dizalice, što povećava potencijalnu opasnost. Slika 2 prikazuje opasna mjesta [5,6,7,8].



Slika 2. Opasna mjesta [8]

## 4. TEMELJI SIGURNOSTI NA RADU

Ako se spriječi djelovanje opasnosti na ljude, mogu se smanjiti ili izbjeći nezgode. Postoji nekoliko načina da se to postigne, a neki su potpuno pouzdani, dok su drugi samo djelomično. Opća načela zaštite na radu u sprečavanju nezgoda trebaju se primjenjivati u odgovarajućem redoslijedu [7,8]:

- gdje je to moguće, štetne ili opasne postupke treba zamijeniti neopasnim kako bi se postigla potpuna sigurnost;
- ako opasnost ili štetnost ostaje kao nužnost u radnom postupku, radnika treba udaljiti iz dometa opasnosti ili štetnosti primjenom mehanizacije i automatizacije proizvodnog procesa;
- tek tamo gdje se ne može primijeniti prethodno pravilo, primjenjuje se pravilo "svladavanja/ograđivanja" opasnosti ili štetnosti primjenom ventilacije, hermetizacije, izolacije i upotrebom zaštitnih naprava;
- ako se nijedno od prethodno navedenih načela ne može primijeniti, treba se koristiti osobnom zaštitnom opremom te odabrati radnika u skladu s traženim posebnim uvjetima kao što su zdravstvene i fizičke osobine, dob i dr., te propisati postupke za rad na siguran način.

### 4.1. Procjena rizika

Kako bi se osigurala sigurnost na radu, zahtjevi za sigurnost moraju biti ispunjeni tijekom dizajniranja i projektiranja strojeva. Proizvođači i projektanti radne opreme moraju osigurati da su njihovi proizvodi sigurni za korištenje prije nego što ih stave na tržište. Radnici koji koriste strojeve moraju se pridržavati uputa proizvođača u smislu sigurnosti. Poslodavci su odgovorni za odabir i korištenje strojeva i opreme koja je sigurna za radne uvjete i korisnike. Prije kupnje strojeva i opreme, poslodavci moraju pribaviti EC deklaraciju o sukladnosti, CE oznaku, upute i nacрте koji sadrže podatke o sigurnosti i priručnike s uputama za održavanje i detekciju kvarova (slika 3).



Slika 3. CE oznaka [8]

Preporučuje se uključivanje bitnih sigurnosnih zahtjeva u ugovore prilikom kupnje strojeva i opreme. Za procjenu rizika pri radu sa strojevima može se koristiti hodogram [5,7,8].

Poslodavčev zadatak nije ponavljati ili potvrditi analizu rizika koju je već proveo proizvođač, već je njegova odgovornost identificirati i kvantificirati preostalu razinu rizika za radnike pri radu na posluživanju stroja ili uređaja. Također, potrebno je identificirati rizike koji proizlaze iz specifičnih opasnosti održavanja i popravaka stroja ili uređaja te ih prevenirati mjerama za tu aktivnost, kao što je dodatna edukacija radnika na poslovima održavanja. U slučaju da korištenje stroja ili radne opreme predstavlja rizik za sigurnost i zdravlje radnika, poslodavac je dužan procijeniti sve opasnosti koje mogu nastati i odrediti odgovarajuće mjere za smanjenje rizika. Procjena opasnosti i evaluacija rizika pri održavanju strojeva i radne opreme mora biti dio opće procjene opasnosti prema odredbi članka 18. Zakona o zaštiti na radu i Pravilnika o izradi procjene opasnosti [5,7,8].

#### 4.2. Zaštitne naprave i uređaji

Zaštitni uređaji (ograde, nosači, štitnici, poklopci, vrata, štitnici, kape, poklopci, odbojnici, protuprovalni uređaji i dr.) su uređaji koji moraju biti konstruirani i



postavljeni na alat kako bi zaštitili ruke ili drugih dijelova tijela od ulaska u opasna mjesta (zone) tijekom rada i druge štetne učinke izvora opasnosti. Ostali negativni učinci uključuju polomljene alate, odbijanje radnika, prskanje, prolijevanje, požar, eksploziju, trovanje, koroziju, opasno zračenje i druge negativne učinke. Ako se zaštitni uređaji moraju redovito uklanjati ili otvarati iz tehnoloških razloga kao što su nadzor, podešavanje, izmjena alata, popravci, čišćenje itd., mora se ugraditi uređaj koji isključuje alat dok se zaštitni uređaj ne zamijeni. Pokretni dijelovi alata koji bi mogli ugroziti sigurnost radnika ili okoline moraju biti ograđeni zaštitnim ogradama ili zatvorenim oklopima, štitnicima, kućištima ili drugim sredstvima. Zaštitne naprave moraju biti čvrsto pričvršćene na postolje alata ili drugi nepomični dio ili na dio građevine na kojem je alat postavljen. Za razliku od zaštitnih naprava, konstrukcijski elementi alata koji služe kako za rad na alatu tako i za zaštitu radnika od određenih opasnosti nazivaju se zaštitnim uređajima. Da bi bila učinkovita, zaštitna naprava mora ispunjavati sljedeće kriterije ne smije predstavljati dodatne rizike zbog svog položaja ili izvedbe, mora biti dizajnirana tako da je ne mogu ukloniti bez pomoći alata i mora biti čvrsta i otporna dovoljno da izdrži opasnosti kojima može biti izložen [9,10].

Zaštitne blokade (također poznate kao zaštitni uređaji za blokiranje) koriste se kako bi se zajamčilo da sigurnosna oprema i alati, ili njihove komponente, rade zajedno u tandemu. Osobito se osigurava međuovisnost djelovanja kada se zahtijeva da se alat ili njegov dio ne može staviti u pogon dok se zaštitni uređaj ili naprava ne ugradi ili dovede u ispravno stanje i obrnuto. Kako bi zaštitne naprave bile učinkovite, moraju biti izgrađene na način da se sigurnosna oprema aktivira odmah nakon prvog znaka opasnosti, primjerice kada se koriste opasni materijali [5]. Ovisno o vrsti oruđa, zaštitne blokade zaštitnih uređaja i naprava moraju osigurati sljedeće [5].

- da su zaštitna naprava ili zaštitne naprave djelotvorne cijelo vrijeme tijekom rada;
- da se rad alata automatski zaustavlja u slučaju skidanja ili otvaranja zaštitne naprave ili zaštitne naprave; i

- da uklanjanje ili otvaranje zaštitne naprave ili zaštitne naprave ne ugrožava sigurnost korisnika.

### 4.3. Osobna zaštitna oprema

Osobna zaštitna oprema (OZO) je skup predmeta, pomagala i dodataka koje radnik koristi pri obavljanju posla kako bi se zaštitio od jednog ili više rizika za sigurnost i zdravlje (slika 4). Osobna zaštitna oprema se koristi kada nije moguće ukloniti rizike na radnom mjestu primjenom osnovnih pravila zaštite ili organizacijom rada. Uporaba OZO je posljednje od četiri temeljna načela zaštite na radu. Prvo se primjenjuje načelo uklanjanja rizika, zatim se radnici udaljavaju od rizičnog prostora i ograđuju rizik. Ako se radnik i dalje ne može u dovoljnoj mjeri zaštititi, obvezna je uporaba OZO. Uporaba OZO je najmanje pouzdana od svih mjera jer ovisi o radniku i njegovoj volji i spremnosti da ih koristi i nosi. Zakonom su propisane obveze i odgovornosti radnika i poslodavca u vezi uporabe OZO. Svaki radnik ima pravo na besplatnu OZO, zajedno s tehničkim uputama i uputama za uporabu u skladu sa zakonom. Poslodavac je dužan osigurati odgovarajuću OZO i osposobiti radnika za pravilnu uporabu, kontrolirati njihovu ispravnost, isključiti neispravnu i zamijeniti je novom te neposredno provjeravati da li zaposlenik koristi i nosi OZO na odgovarajući način [9,11].



Slika 4. Osobna zaštitna oprema [9]

Osobna zaštitna oprema se prema namjeni dijeli na opremu za [5]:

- 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, naru-kavnici)
- zaštitu nogu (zaštitne cipele, čizme, štitnici za potkoljenu)
- 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)

#### 4.3.1. Zaštita sluha

U radu u metalnoj industriji važan dio OZO je zaštita sluha (slika 5) koja može uključivati [10]:

- Čepići za uši - To su mali plastični ili silikonski čepići koji se umetnu u uho kako bi smanjili prodor buke u uho.
- Štitnici - Štitnici su oprema koja se postavlja preko uha kako bi se smanjila količina buke koja dopire do uha. Oni su obično napravljene od tvrdog materijala koji može blokirati buku, a mogu se nositi s kacigom za zaštitu glave.
- Kacige za zaštitu sluha - Kacige za zaštitu sluha su zaštitna oprema koja se stavlja na glavu kako bi se smanjila količina buke koja dolazi do ušiju. One obično uključuju unutarnji jastuk koji pomaže u smanjenju buke.
- Aktivna zaštita sluha - Aktivna zaštita sluha koristi se za smanjenje buke tijekom govora ili drugih zvukova, a ne samo tijekom bučnih aktivnosti.

Oni koriste posebnu tehnologiju kako bi smanjili buku. Buka su neželjeni zvukovi koji otežavaju rad, te mogu biti štetni za zdravlje radnika. Buka može nastati na radnom mjestu (strojevi, uređaji, klima, ventilacija) i u okolišu (promet, industrija, ulična buka).



Slika 5. OZO za zaštitu sluha [10]

#### 4.3.2. Zaštita vida

U metalnoj industriji se često obrađuju materijali i koriste tvari koje mogu biti štetne za oči, poput vrućih čestica, strugotina, iskri i ostalih sličnih materijala. Kako bi se smanjio rizik od ozljeda očiju, koriste se različita sredstva i oprema za zaštitu vida, a neka od najčešće korištenih su [7, 10]:

1. Zaštitne naočale - To su naočale s posebnim lećama koje štite oči od vrućih čestica, iskri, prašine, strugotina i drugih sličnih materijala koji se

mogu naći u metalnoj industriji. One mogu biti napravljene od različitih materijala, uključujući plastiku, staklo i polikarbonat, te mogu biti dodatno ojačane kako bi se smanjio rizik od ozljeda.

2. Zaštitni viziri - Zaštitni viziri se koriste za zaštitu lica i očiju od ozljeda vrućim česticama, iskrama i drugim sličnim materijalima. Oni se obično nose s kacigom za zaštitu glave, a mogu se postaviti na vrhu kacige kako bi se stvorila dodatna zaštita (slika 6).
3. Oprema za lemljenje i zavarivanje - Pri lemljenju i zavarivanju koristi se oprema koja stvara svjetlost koja može biti štetna za oči. Zaštita za oči uključuje tamne naočale i zaštitne vizire za zaštitu od zraka koji se emitiraju tijekom postupka.
4. Zaštitne maske - Zaštitne maske mogu se koristiti za zaštitu od ozljeda očiju i lica tijekom brušenja, piljenja, klesanja i drugih sličnih aktivnosti. One se obično nose s kacigom za zaštitu glave i imaju prozore koje omogućuje radniku vidjeti što radi.



Slika 6. Zaštitni vizir [11]

### 4.3.3. Zaštita kože

U metalnoj industriji, koža može biti izložena različitim kemikalijama, vrućini, hladnoći, mehaničkim ozljedama i drugim rizicima. Stoga se koriste različita sredstva i oprema za zaštitu kože poput [7, 8, 10]:

1. Zaštitne rukavice - Zaštitne rukavice se koriste kako bi se zaštitile ruke od različitih ozljeda koje mogu nastati u metalnoj industriji. One mogu biti izrađene od različitih materijala, uključujući kožu, gumu i plastiku, a odabir materijala ovisi o vrsti rizika kojima su radnici izloženi.
2. Zaštitna odjeća - Zaštitna odjeća, poput radnih kombinezona, može se koristiti kako bi se zaštitila koža od različitih ozljeda i kemijskih opekline. Takva odjeća može biti napravljena od materijala koji se lako čiste, poput platna ili poliestera, a mogu imati i dodatnu podstavu kako bi se zaštitio radnik od ozljeda. Slika 7 prikazuje aluminizirano odijelo opremljeno sa zlatnim vaporiziranim vizorom i integriranom kapuljačom (za zaštitu glave i lica), tajicama (za zaštitu stopala do koljena), pregačom (za zaštitu tijela kada odijelo nije poželjno), štitnicima za rukave (za zaštitu ruku u slučaju korištenja pregača), ogrtačem s otvorenim leđima (za zaštitu tijela i ruku kada odijelo nije poželjno).
3. Krema za zaštitu kože - Kreme za zaštitu kože se koriste kako bi se koža zaštitila od kemikalija i drugih tvari koje se mogu naći u metalnoj industriji. Takve kreme obično sadrže sastojke koji stvaraju zaštitni sloj na koži, sprječavajući tako prodor kemikalija u kožu.
4. Zaštitne cipele - Zaštitne cipele (Slika 8) se koriste kako bi se zaštitila stopala od različitih ozljeda koje se mogu pojaviti u metalnoj industriji. Slika 8 prikazuje cipele s metalnom kapičom koje štite stopala od pada teških predmeta ili od pritiska na noge i klizanja.



Slika 7. Aluminizirano odijelo [10]



Slika 8. Zaštitne cipele s kapicom [10]

## **5. SIGURNOST PRI RADU NA STROJEVIMA ZA OBRADU METALA**

U industriji za obradu metala koriste se različiti strojevi ovisno o vrsti procesa koji je potrebno obaviti, najčešći strojevi su bušilice, tokarilice, blanjalice, preše, glodalice, CNC strojevi itd [5, 7].

Za siguran rad s alatnim strojevima vrijede sljedeća pravila [5, 7]:

- Strojem smije upravljati samo obučen i propisno zaštićen radnik, kao što je prikazano na slici 7.
- Prije početka rada uvjerite se da rad stroja neće ugroziti druge radnike.
- Zabranjeno je čistiti, podmazivati ili popravljati stroj dok je u uporabi.
- Područje oko stroja mora biti očišćeno, a pristup stroju mora biti nesmetan.
- Potrebna je radna odjeća koja prianja uz tijelo.
- Kosu treba pokriti kapom ili šalom zavezanim oko vrata.
- Zaštitne naočale moraju se nositi cijelo vrijeme.
- Izbjegavajte nošenje kravata, nakita ili drugih sličnih predmeta dok radite na stroju.
- Zaštitne naprave stroja ne smiju se uklanjati.
- Treba koristiti samo odgovarajući alat.
- Svaki kvar ili kvar stroja morate prijaviti odgovornoj osobi.



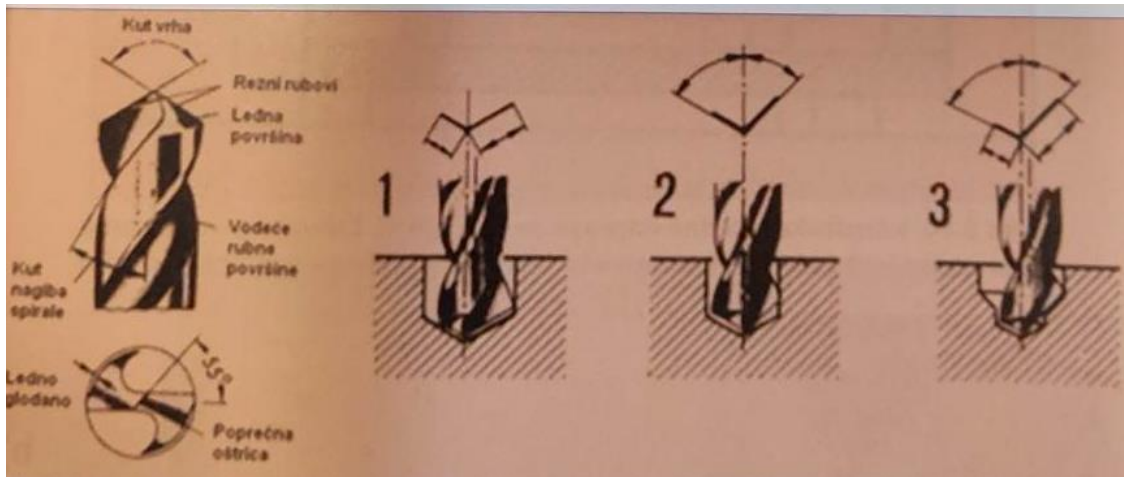


Slika 9. Znakovi sigurnosti na radu [11]

### 5.1. Sigurnost pri radu sa brusilicama

Brusilice za obradu metala su alati koji se koriste za brušenje, rezanje, oblikovanje i poliranje metala. One su često dostupne u obliku električnih ili pneumatskih alata, a mogu se koristiti za različite svrhe u industrijskoj i zanatskoj proizvodnji. Brusilice za obradu metala obično uključuju brusne ploče ili abrazivne diskove koji se vrte brzom rotacijom, stvarajući trenje koje omogućuje brzo uklanjanje materijala sa površine metala. One se koriste za uklanjanje oštrica, ravnanje i poliranje metala, ali također mogu biti korisne za uklanjanje rđe, boje i drugih nečistoća s površine metala. Brusilice za obradu metala se mogu koristiti za rad sa širokim rasponom materijala, uključujući čelik, aluminiј, mesing, broncu i druge metale. Kod bušenja se najčešće koristi spiralna svrdla, a kada je potrebna točnost također se primjenjuju upuštači, proširivači i razvrtači. U radu je potrebno koristiti naoštrena svrdla kako ne bi došlo do prebrzog tupljenja oštrice ili loma svrdla. Uzroci prijeloma svrdla mogu biti prejak pritisak, prevelika brzina rezanja, zaglavlivanje svrdla, nedovoljno odvođenje strugotina i loše stegnute radni predmet (slika 10). Kod svakog

bušenja ne smije se dozvoliti okretanje radnog predmeta pod djelovanjem svrdla za bušenje [5, 7,9].



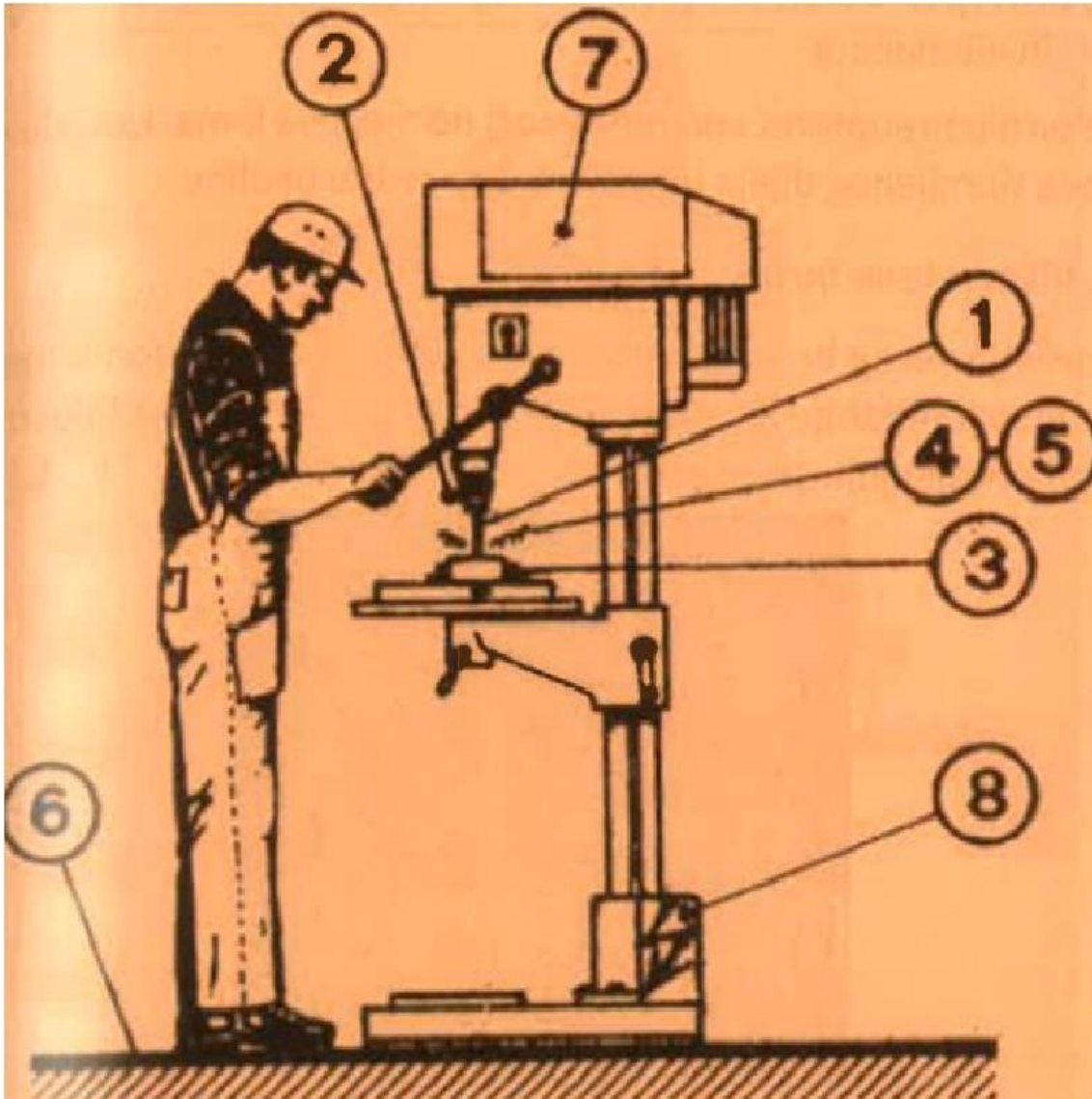
Slika 10. Karakteristike spiralnog svrdla i pogrešno naoštreno svrdlo [5]

Kod stezanja i učvršćivanja predmeta koriste se pločaste stege, šape, strojni škripci, ručna kliješta i sl, ovisi o predmetu. Pravilno vođenje svrdla postiže se korištenjem naprave koja osigurava bušenje provrta na željeno mjestu. Radnici često rukom pridrjavaju obradak, ako se radi o većem predmetu postoji opasnost od izmicanja, zbog čega je potrebno koristiti dodatni oslonac. Do prijeloma svrdla može nastati iz više razloga, koji su najčešće: prevelika brzina rezanja, prejak pritisak na svrdlo, pogrešno naoštreno svrdlo, nedovoljno odvođenje strugotina i pogrešno stegnut radni predmet. Kod bušenja kratkih predmeta moraju se pridržavati pomoćnim steznim alatom. Kod bušenja se također mora voditi računa da se ne ošteti radna podloga te se trebaju koristiti odgovarajući podmetači. Oko rotirajućih dijelova bušilice mora biti postavljen zaštitni prsten [5, 11, 12]. Slika 11 prikazuje primjer zaštitnog prstena od pleksiglasa oko rotirajućeg dijela bušilice.



Slika 11. Zaštitni prsten od pleksiglasa oko rotirajućeg dijela bušilice [5]

Mehanički prijenosnici u pogonskom mehanizmu stroja moraju biti zagrađeni ili prekriveni kako radnik ne bi mogao dijelom tijela u opasnu zonu. Poželjno je da su svi poklopci izvedeni s kliznim vodilicama. Glavna opasnost pri radu s bušilicama, bez obzira na vrstu bušilice, proizlazi od same rotacije alata, zbog kojeg dolazi do zahvaćenja ruke, odjela i kose zaposlenika, što bi moglo izazvati njegove teže ozljede. Strugotine također mogu predstavljati opasnost za radnika ukoliko ih radnik rukama uklanja sa radnog stola, pri čemu može doći do ogrebotina, posjekotina dlanova ili prstiju, ili zbog letećih strugotina koje mogu ozlijediti oči i vid radnika. Mjesta opasnosti kod radioničkih bušilica prikazana su na slici 12 [5, 11, 12].



Slika 12. Shematski prikaz mjesta opasnosti na radioničkoj bušilici:  
 1.opasnost uslijed loma svrdla, 2. zahvaćanje dijela odjela ili kose radnika, 3. nedovoljno učvršćivanje radnog komada, 4. odstranjivanje strugotina rukom, 5. letenje strugotina, 6. nečiste i skliske površine, 7. nezaštićen remenski prijenos, 8. neispravne električne instalacije [5]

Dobre radne prakse kod rada s bušilicama uključuju [12]:

- Nositi odgovarajuće zaštitne naočale
- Uvjeriti se da bušilica ima tipku za pokretanje/zaustavljanje na dohvat ruke rukovatelja.

- Provjeriti ima li bušilica ispravan gumb za hitno zaustavljanje (e-stop).
- Prije početka rada provjeriti jesu li zaštita, štit ili barijera na svom mjestu i ispravno funkcioniraju.
- Koristiti usisivač, četku ili grablje za uklanjanje reznica.
- Ukloniti neravnine i strugotine iz izbušene rupe. Kod bušenja dubokih rupa, češće ih čistiti.
- Upotrijebiti stezaljku ili škripac za bušenje kako bi+ spriječili okretanje rada.
- Uvjeriti se da je svrdlo ili alat za rezanje dobro pričvršćen u steznoj glavi. Ukloniti ključ stezne glave prije pokretanja bušilice.
- Podmazati svrdlo
- Smanjiti pritisak bušenja kada svrdlo počne probijati radni predmet. Ova radnja sprječava da svrdlo uvuče u rad i slomi se.
- Održavajte svrdla čistima i oštrima. Tupa svrdla čest su uzrok loma.
- Očistiti pod oko bušilice od ulja i masti.
- Držati radnu površinu čistom od otpadaka, alata i materijala.
- Držati štitnike na mjestu i u dobrom radnom stanju.
- Isključiti napajanje prije uklanjanja svrdla.

## 5.2. Sigurnost pri radu s blanjalicama

Blanjalica za obradu metala je stroj koji se koristi za oblikovanje metalnih predmeta, uklanjanje nepotrebnog materijala s površine metala i za precizno glodanje i obradu složenih oblika. Blanjalice su obično veliki i masivni strojevi koji imaju okomitu osovinu za glodanje i radnu površinu koja se kreće u horizontalnoj ravnini. Na radnoj površini postavlja se predmet koji se obrađuje, a zatim se vrši precizno glodanje i oblikovanje. Blanjalice su obično opremljene s različitim glodalicama, brzinom kretanja u horizontalnoj ravnini i alatima za pričvršćivanje predmeta. Mogu se koristiti za izradu različitih predmeta, poput dijelova strojeva, automobila i zrakoplova, kao i za izradu oblika u kovinama i

drugim tvrdim materijalima. Blanjalice se dijele na kratkohodne i dugohodne. Kod rada na kratkohodnoj blanjalici postoje opasnosti koje mogu ugroziti radnika i okruženje stroja. Zbog toga je važno voditi računa o smještaju stroja kako bi se preveniralo moguće ozljeđivanje koje može nastati zbog gibanja klizača s alatom. Zbog toga na stroju postoji štitnik. Opasnosti kratkohodne blanjalice uključuju moguće ozljede kod podešavanja stroja u pogonu, udarac u tijelo radnika, prignječenje ako je u blizini stroja, odlijetanje predmeta kod neispravnog učlvršćivanja, odlijetanje čestica u oči, posjekotine kod ručnog uklanjanja strugotina, te zahvaćanje radnika od prijenosnih elemenata stroja [5,7]. Na slici 7 prikazana je kratkohodna blanjalica sa zaštitnom napravom/ u obliku zaštitnog lima. Zaštitni lim postavlja se, tako da on seže do maksimalnog hoda klizne glave u smjeru obližnjeg zida ili stupa zgrade. S prikazanom zaštitnom napravom na slici može se postići ili da se onemogući prolaz radnika između blanjalice i zida ili, pak, da se zaštiti radnik koji bi tu mogao slobodno proći. Ovakvo tehničko rješenje je poželjno ako se takvo opasno mjesto nalazi na strani pomoćnog ili, pak, glavnog prolaza u pogonu [7, 13].

Dobre radne prakse kod rada s blanjalicama [14]:

- Nositi odgovarajuće zaštitne naočale i zaštitu za sluh
- Uvjeriti se da blanjalica ima ispravan gumb za hitno zaustavljanje (e-stop) koji je lako dostupan operateru.
- Koristiti usisivač, četku ili grablje za uklanjanje otkosa tek nakon što se stroj zaustavi.
- Provjeriti jesu li svi štitnici na mjestu i u dobrom radnom stanju.
- Provjeriti jesu li graničnici postavljeni na stol blanjalice.
- Osigurati sigurnosne uređaje na odgovarajućim mjestima.
- Uvjeriti se da postoji dovoljan razmak između rada i okvira blanjalice.
- Osigurati držač alata, alat i poprečnu šinu na njihovim odgovarajućim mjestima.
- Provjeriti jesu li šipka za dovod i njen priključak u dobrom radnom stanju.
- Provjeriti je li napajanje uključeno kada se koristiti magnetska spojka.
- Koristiti odgovarajuće alate za rezanje.

- Ukloniti sav nakit, kosu zavezati u rep zasukati rukave
- Dubinu rezanja i brzinu posmaka uvijek postaviti tako da odgovara alatu i komadu koji se obrađuje.
- Održavati stroj propisno podmazanim.
- Očistite pod oko blanjalica od ulja i masti.
- Držati radnu površinu čistom od otpadaka, alata i materijala.
- Koristiti opremu za dizanje da premjestiti rad na ili s blanjalica.

### 5.3. Sigurnost pri radu s glodalicama

Glodalice za metal su alati koji se koriste za izradu utora, žljebova, utora za ključeve i drugih oblika na metalnim predmetima. One se koriste u obradi metala kako bi se stvorili željeni oblici i dimenzije. Glodalice obično imaju oštru reznju površinu koja se kreće kroz materijal metala, uklanjajući višak materijala i oblikujući željeni oblik. Glodalice za metal mogu biti izrađene od tvrdih materijala poput karbidnih ploča ili brzoreznih čelika. Postoje različiti tipovi glodalica, kao što su ravne glodalice, kugličaste glodalice, profilne glodalice i drugi, a svaki tip ima svoju namjenu i oblik reznje površine prilagođen određenoj obradi metala. Ovisno o potrebama obrade metala, glodalice se mogu koristiti na ručnim glodalima, strojevima za glodanje, CNC strojevima ili drugim strojevima za obradu metala. Preciznost i kvaliteta glodalice ključni su za dobivanje željenih rezultata i izbjegavanje oštećenja materijala ili alata. Slika 13 prikazuje glodalicu metala. Opasnosti rada na vertikalnoj glodalici uključuju lom ogledala, zahvaćanje dijelova tijela, odjeće, odlijetanje slabo pričvršćenih dijelova, opasnosti od leteći strugotina (Slika 14), emulzije, opasnosti od zakrčene i skliske površine, opasnosti od zahvaćanja prijenosnika snage, opasnosti od struje u slučaju neispravnih električnih instalacija.



Slika 13. Opasnosti rada na vertikalnoj glodalici uključuju zahvaćanje odijela radnika s vretenom, pucanje alata uslijed greše alata ili u radu, izmicanje ili odlijetanje obratka, opasnosti od prijenosnih elemanta, zakrčenosti radnog mjesta, poskliznuća, letećih strugotina ili neispravnih instalacija [10]



Slika 14. Opasnost letećih čestica [5]



Dobre radne prakse pri radu s glodalicama [15]:

- Nositi odgovarajuće sigurnosne naočale.
- Nositi ostalu osobnu zaštitnu opremu prema potrebi (poput obuće ili zaštite za sluh).
- Osigurati da su svi strojevi opremljene tipkama za pokretanje i zaustavljanje koje su lako dostupne operateru.
- Osigurati da svi strojevi imaju tipku za hitno zaustavljanje (e-stop).
- Provjeriti jesu li obradak i alatno sredstvo sigurno postavljeni prije početka obrade.
- Provjeriti je li obradak pravilno postavljen.
- Postaviti radni komad u stegu koja je pričvršćena vijcima ili magnetski drži za stol. Koristiti odgovarajući ručni alat za podešavanja. Pogledati informacije o ručnom alatu za više detalja.
- Držati glodalice za obradu metala s krpom kako bi izbjegli ozljede pri rukovanju njima.
- Pomaknuti stol što je dalje moguće od glodalice prilikom postavljanja rada kako bi izbjegli ozljede ruku.
- Obraditi najveću površinu prvo.
- Držati ruke, četke i krpe dalje od okretnih glodalica.
- Koristiti usisavač, četku ili grablje za uklanjanje otpadaka tek nakon što se glodalice zaustave.
- Periodično mijenjati spojeve za obradu.
- Održavati glodalice oštre i u dobrom stanju.
- Održavati radnu površinu čistom od otpadaka, alata i materijala.
- Ukloniti rezne alate iz vretena prilikom čišćenja stroja.
- Držati pod oko stroja za glodanje čist od ulja i masti.
- Koristiti opremu za dizanje kada je potrebno premjestiti teški rad na ili s glodalica.
- Provjeriti je li napajanje isključeno prije zamjene glodalica.
- Uvijek ostati uz stroj dok je u pogonu.

U radu s CNC glodalicama radnici moraju paziti kod stavljanja materijala, stezanja, zatvaranja i uključivanja radnog stroja. Opasnosti rada na CNC glodalici uključuju opasnosti od uklještenja prsta kod stezanja obradka. Kod čišćenja obradka postoji opasnost kada se to radi s komprimiranim zrakom i tada čestice mogu odletjeti u oči. Postoji i opasnost od pada predmeta kada radnik nosi obradak. Te opasnost od neispravnih električnih instalacija (slika 15), Zbog toga na CNC glodalici postoji preventivna zaštita koja počinje obukom radnika za stroj, te ugrađenim zaštitnim dijelovima na stroju [5].



Slika 15. Mjesta opasnosti kod CNC tokarilice [5]

- a) opasnost od uklještenja prstiju radnika kod stezanja obradka
- b) opasnost od odlijetanja čestica materijala
- c) opasnost od pada predmeta, kada radnik nosi obradak do stroja i od stroja
- d) opasnost od električnog udara u slučaju neispravnih instalacija

#### 5.4. Sigurnost pri radu s tokarilicama

Tokarilice su strojevi koji se koriste za obradu metala metodom tokarenja. Tokarenje je proces u kojem se rotirajući radni komad, kao što je osovina ili cilindrični komad metala, oblikuje i urezuje pomoću alata za tokarenje. Glavna svrha tokarilica je stvaranje preciznih oblika, poput valjaka, cijevi, konusa, vijaka i drugih geometrijskih oblika. Tokarilice se koriste u industrijskom, obrtničkom i radioničkom okruženju za izradu dijelova, popravke, održavanje i oblikovanje metala. Ovisno o veličini, snazi i složenosti, tokarilice mogu biti ručne, poluautomatske ili potpuno automatizirane. Sustav tokarilice uključuje glavno vreteno, okvir, stol, alate za tokarenje, sustav za napajanje i kontrolni sustav. Napredak u tehnologiji doveo je do razvoja različitih vrsta tokarilica, uključujući klasične tokarilice, CNC tokarilice (tokarilice s numerički upravljanim računalima) i višefunkcijske tokarilice koje kombiniraju tokarenje s drugim postupcima obrade metala. Jedna od opasnosti tokarilica je mogućnost da rotirajući predmet obrade ili pokretni dijelovi zahvate dijelove tijela i odjeće zaposlenika. Također, ključ za stezanje predmeta obrade može izletjeti iz stezne glave, što može predstavljati rizik za zaposlenika. Stoga je važno pravilno stezati predmete obrade i koristiti adekvatnu opremu za stezanje kako bi se smanjio rizik od nekontroliranih iskakanja ključeva. Još jedna opasnost koja se javlja pri tokarenju je prisutnost metalnih čestica koje mogu upasti u oči zaposlenika. Stoga je važno koristiti zaštitne naočale ili drugu adekvatnu zaštitnu opremu za oči kako bi se zaštitio vid zaposlenika [10,13,14]. Na tokarskom stroju, rad je dozvoljen samo zaposlenicima koji ispunjavaju uvjete za rad s tim strojevima i koji su osposobljeni za siguran rad s njima. Prije početka rada, važno je provjeriti jesu li na tokarilici postavljene sve potrebne zaštitne naprave, posebno štitnik oko stezne glave. Također je važno provjeriti ispravnost uređaja za uključivanje prije nego što se stroj uključi. Prije pokretanja stroja, treba provjeriti jesu li nož za tokarenje i predmet obrade pravilno i sigurno pričvršćeni. Važno je izvaditi ključ iz stezne glave prije početka rada. Ako se koristi tokarsko srce, treba se pobrinuti da su svi izbočeni dijelovi zaštićeni. Prilikom tokarenja, gdje je potrebno, treba koristiti napravu za

lomljenje strugotine. Uklanjanje strugotine treba obavljati samo kada stroj miruje i uz pomoć odgovarajućeg alata. Za zaštitu očiju od letećih čestica, treba koristiti stakleni štitnik postavljen na stroj ili zaštitne naočale. Tijekom rada, treba izbjegavati naginjanje nad predmet obrade. Mjerenja treba obavljati samo dok je predmet obrade miran. Turpijanje predmeta treba izvoditi pri niskoj brzini stroja. Desnom rukom treba voditi turpiju, dok lijeva ruka drži dršku turpije. Sva potrebna osobna zaštitna sredstva trebaju se koristiti tijekom rada. Zaštitna odjeća treba biti pravilno priljubljena uz tijelo i zakopčana. Kosa treba biti stavljena pod zaštitnu kapu. Tijekom rada, treba izbjegavati nošenje kravate, prstenja, narukvica, lančića i sličnih predmeta. Budući da tokarski stroj stvara buku od 80 do 85 dB, preporučuje se korištenje osobne zaštitne opreme za zaštitu sluha. Tijekom rada na tokarskom stroju, treba se koncentrirati na rad i ne razgovarati s drugim radnicima. Šale i igre oko stroja su posebno opasne, jer mogu uzrokovati ozljede. U slučaju bilo kakvog kvara na stroju, alatu, zaštitnoj napravi ili uređajima za uključivanje, stroj treba zaustaviti, a kvar treba prijaviti nadležnom rukovoditelju. Na kraju rada potrebno je isključiti stroj, te sve radnje popravaka, podmazivanja, čišćenja i pospremanja obavljati dok je ugašen [16].

## 5.5. Sigurnost pri radu s prešama

Preše za metal su strojevi koji se koriste za oblikovanje i deformaciju metalnih materijala. One koriste visoki tlak i silu kako bi oblikovale metalne predmete prema željenom obliku i dimenzijama. Preše za metal obično koriste hidraulički ili mehanički sustav za stvaranje potrebne sile. Preše se mogu koristiti za različite svrhe, kao što su savijanje, oblikovanje, probijanje, rezanje ili spajanje metala. One su često prisutne u industriji metalurgije, strojarstva, automobilske industrije i drugim sektorima gdje je potrebno obrađivati i oblikovati metalne dijelove. Preše za metal obično imaju čvrstu i robusnu konstrukciju kako bi mogle podnijeti visoki tlak i sile koje se primjenjuju tijekom obrade metala. One se mogu kontrolirati ručno ili automatski, ovisno o specifičnim potrebama i složenosti procesa obrade metala. Preše za metal predstavljaju različite opasnosti zbog čega je važno pridržavati se sigurnosnih uputa i održavati stroj i

prostor oko njega. Opasnosti kod prešanja su mogućnost zahvaćanja ruke ili prstiju pri radu gornjeg alata, izbacivanje dijela alata ako nije dobro podešen, mogućnost zahvaćanja radne odjeće, opasnost od buke i vibracije, opasnost od slučajnog uključivanja preše, opasnost od ponovnog hoda pri pojedinačnom radu, opasnost od slabog osvjetljenja, neispravnih električnih instalacija te opasnosti kod podešavanja alata (slika 16). Opasnosti rekscentorske preše su ozljede ruku, lom ili izbacivanje alata, opasnosti od rotirajućih dijelova, vibracije i potresi stroja i neispravne električne instalacije. Tijekom rada potrebno je zaštititi radni proctor, npr. metalnom rešetkom, ali ovisi o vrsti preše [5, 7].

Automatizacijom procesa rada smanjuju se opasnosti preše. Npr, otpadni materijal od lima koji se nakon obrade namotava u kolut smanjuje zakrčenje prostora i rizik od ozljeđivanja. Pedale preše moraju biti zaštićene kako bi se izbjeglo nehотиčno uključivanje. Ako se za rad koriste tipkala ili ručice, tada se koriste uređaji za dvoručno upravljanje s dva tipkala jer takvo rješenje sprečava nehottično uključivanje. Opasnosti hidraulične preše uključuju pad tlaka koji može dovesti do pada klipa, zgnječivši sve što se u tom trenutku nalazi ispod njega. Napuknuti ili labavi spojevi mogu puknuti, uzrokujući odvajanje crijeva. Metal se može slomiti pod pritiskom i razletjeti se u nazubljene komade. Pod teškim uvjetima, radnici mogu zadobiti razderotine i ubodne rane od oštrog metala, hidrauličke tekućine pod pritiskom i drugih letećih materijala. Curenje ulja, pregrijavanja i zanemarivanje mogu dovesti također do opasnosti za radnike. [5,18]. Dobre radne prakse rada sa prešama uključuju održavanje stroja, redovnu inspekciju stroja, čišćenje, i rad obučenih radnika.



Slika 16. Opasnosti preše za metal uključuju mogućnost zahvaćanja ruke ili prstiju pri radu gornjeg alata, izbacivanje dijela alata ako nije dobro podešen, mogućnost zahvaćanja radne odjeće, opasnost od buke i vibracije [18]

## 5.6. Strojevi za savijanje lima

Strojevi za savijanje lima se koriste za oblikovanje limenih materijala savijanjem. Ovi strojevi primjenjuju pritisak na limeni radni komad kako bi se postigla željena zakrivljenost ili oblik. Strojevi za savijanje lima su neophodni alati u industriji metalurgije, obrade metala, građevinarstva i drugim srodnim industrijama. Strojevi za savijanje lima dolaze u različitim konfiguracijama i veličinama, ovisno o potrebama i specifičnim zahtjevima obrade lima. Najčešći tip stroja za savijanje lima je hidraulički stroj za savijanje, koji koristi hidrauličku snagu za primjenu sile na limeni materijal i postizanje željenog savijanja. Ovi strojevi obično imaju ram ili alat za savijanje koji se spušta na limeni radni komad, dok se podrška ili matrica nalazi ispod radi podrške i oblikovanja lima. Strojevi za savijanje lima omogućuju precizno i ponovljivo savijanje lima s visokom snagom i kontrolom. Oni se koriste za izradu različitih limenih komponenti i proizvoda kao što su kutije, kućišta, kanali, cijevi, metalne obloge i druge zakrivljene konstrukcije. Ovi strojevi imaju različite postavke i funkcije, uključujući mogućnost savijanja na različite kutove, podešavanje duljine savijanja i automatsko upravljanje procesom savijanja. Opasnosti strojeva za savijanje lima uključuju škare za lim, zahvaćanje odjeće ili nagnječenja,

upravljačku jedinicu, uređaj za nožno upravljanje, hidrauliku, vodilicu za škare i opasnosti od dijelova pod naponom [5, 7, 19]. U radu sa strojevima za savijanje lima radnik ne smije zaboraviti nositi zaštitne rukavice. One štite njegove ruke od ozljeda oštrom opremom. Uvijek mora koristiti zaštitne naočale kako bi zaštitio oči od sitnih čestica koje lete tijekom procesa savijanja (slika 17). On mora nositi radne čizme. One će spriječiti da bilo kakav otpad ili šiljasti materijal ozlijedi njegova stopala. Trebao bi izbjegavati prelaziti rukama preko oštre posjekotine, čak i ako nosi rukavice. Trebao bi uvijek provjeriti jesu li sve oštrice pravilno isturpijane. Trebao bi uvijek održavati radnu površinu čistom. Treba očistiti sav otpad jer može predstavljati opasnost od ozljeda. Kada rukuje mokrim limovima, treba biti izuzetno oprezan. Mokre površine sadrže vlagu koja, kada se pomiješa s prljavštinom i uljem, može učiniti površinu plahte skliskom, što otežava držanje [19].



Slika 17. Rad na stroju za savijanje lima [18]

## 6. GLAVNA SIGURNOSNA PITANJA ZA METALNU INDUSTRIJU

Rukovanje materijalom čest je uzrok ozljeda na radnom mjestu. S metalom kao glavnom komponentom mnogih operacija, radnici često moraju podizati teške materijale. Ako se ne poštuju odgovarajuće metode podizanja, može doći do ozljeda. Dugotrajna izloženost vibracijama, bavljenje poslom koji zahtijeva neudoban položaj i stalni ponavljajući pokreti također mogu dovesti do oštećenja. Višak metalnih komada može dovesti do manjih i većih posjekotina ili ogrebotina, a leteće krhotine ili iskre također mogu biti opasni. U zavarivačkim radionicama radnici se mogu suočiti s rizikom od udisanja dima i drugih emisija maziva ili kemikalija, što može predstavljati rizik posebno u prostorima s neadekvatnim ispuhom ili slabom ventilacijom. Pristup mnogim područjima i opremi trebao biti zabranjen u radnji za proizvodnju metala i drugim vrstama pogona za strojnu obradu [11.13]. Trebalo bi koristiti zaštitne ograde ili druge barijere kako bi se spriječio slučajni ulazak. Ali loše održavani ili nepostojeći štitnici su među najčešćim uzrocima ozljeda povezanih s barijerama. Na primjer, zaštitni mehanizmi važni su u sprječavanju ulaska prstiju radnika u prostor za hvatanje metala giljotine za rezanje. Ako su ovi sigurnosni štitnici nepropisno postavljeni, postoji veća mogućnost ozljede ruke ili gubitka prstiju. Osobna zaštitna oprema još je jedno važno područje koje treba razmotriti, a poslodavci bi trebali odrediti što je točno potrebno kako bi svaki pojedini zaposlenik mogao sigurno izvršiti svaki zadatak koji se od njega traži. U industriji proizvodnje metala, na primjer, uobičajeni rizici koji se mogu ublažiti zaštitnom opremom uključuju udisanje metalnih para, silicij u zraku, rastaljene metale, kemikalije, toplinu i opasnosti od pada. Ove opasnosti mogu zahtijevati opremu za zaštitu dišnog sustava, zaštitu za oči i lice, zaštitu za ruke, zaštitu za noge i još mnogo toga [17]. Radna okolina mora biti što je moguće bez opasnosti, a svi potrebni zaštitnici moraju biti instalirani i funkcionirati. Štitnike i OZO treba redovito pregledavati i provjeravati. proizvodnja metala može biti tako opasna taj što postoji mogućnost nepažnje zbog buke ili drugih smetnji. To može rezultirati gubitkom koncentracije, što dovodi do nesreća. Osim toga, kada se zaposlenici osjećaju užurbano, frustrirano ili umorno, ili ako su navikli



raditi prečace u svom poslu, njihove šanse za ozljedu značajno se povećavaju. Problem je često povezan s činjenicom da mnogi materijali u metalnoj industriji zahtijevaju ručno rukovanje, a radni uvjeti mogu biti zahtjevni. Ali kada zaposlenici pokazuju osobnu svijest o svom fizičkom okruženju i u dobrom su stanju uma, manja je vjerojatnost da će se ozlijediti na poslu. Obuka o sigurnosti trebala bi započeti na početku vremena svakog zaposlenika u tvrtki, a oni bi odmah trebali vidjeti predanost redovitom ažuriranju obuke. Nijedna tema nije premala za raspravu, ali teško je implementirati sigurnosni program bez podrške svih u organizaciji, od onih koji rade na podu do višeg menadžmenta. Menadžeri moraju prednjačiti uvijek slijedeći sigurnosne protokole i pohađajući sve sigurnosne obuke. Uspješan program trebao bi usaditi osjećaj odgovornosti kod radnika i omogućiti način rješavanja briga zaposlenika bez prosuđivanja. Cilj je da svi razumiju, prihvate i vjeruju u vrijednost sigurnosnih praksi i standarda [19, 20]. Najučinkovitija metoda tvornice uključuje temeljnu procjenu sigurnosti, plan prevencije i sigurnosnu kulturu. Thomas nudi dodatne najbolje prakse za prevenciju ozljeda, uključujući savjete da se uvijek treba pridržavati strogih sigurnosnih protokola. Menadžeri bi također trebali uzeti u obzir sljedeće za sigurnost na radnom mjestu u radionicama za obradu metala i strojnu obradu [20,21]:

- Ako je prikladno, instalirati podesive radne stanice koje mogu primiti različite zadatke i zaposlenike
- Ograničiti ili kontrolirati izloženost štetnim materijalima
- Pobrinuti se da radni prostori budu čisti s pametnim rasporedom koji smanjuje kontakt s opasnim područjima ili opremom
- Obratiti posebnu pozornost na osobno okruženje i fizičke napore koje zaposlenici imaju
- Osigurati ispravnu upotrebu viličara ili dizalica za istovar teških sirovina
- Proći odgovarajuću obuku o učinkovitim metodama dizanja
- Koristiti kolica za transport materijala između faza procesa izrade
- Provjeriti rade li ventilacijski sustavi ispravno i po potrebi osigurati OZO
- Redovito provjeravati svaki potencijalno opasan dio strojeva kako bi osigurali da su potrebne sigurnosne mjere

- Odabrati ručne alate na temelju prikladnosti njihovog dizajna
- Održavati jarko osvijetljeno radno mjesto i izbjegavati ekstremne temperature u radionici

## 7. ZAKLJUČAK

Metalna industrija je sektor koji nosi određene rizike za radnike zbog prirode materijala i opreme koji se koriste. Sigurnost na radu u metalnoj industriji je od iznimne važnosti kako bi se zaštitili radnici od neželjenih ozljeda i osiguralo njihovo zdravlje i dobrobit. U ovom radu analizirane su opasnosti s kojima se radnici suočavaju u metalnoj industriji, kao i mjere i prakse koje se primjenjuju kako bi se osigurala sigurnost na radnom mjestu. Također detaljno su opisane sigurnosne mjere pri radu s bušilicama, brusilicama, radnu na CNC stroju, blanjalicama, tokarilicama, prešama i strojevima za savijanje lima. Utvrđeno je da postoje brojne opasnosti, poput ozljeda od šiljatih i oštrih materijala, strugotina, izloženosti buci, vibracijama i kemijskim tvarima. Temelji sigurnosti na radu u metalnoj industriji uključuju procjenu rizika, implementaciju zaštitnih naprava i uređaja te korištenje osobne zaštitne opreme. Identifikacija potencijalnih opasnosti i primjena preventivnih mjera ključne su za smanjenje rizika od ozljeda. Sigurnost pri radu na strojevima za obradu metala je također detaljno razmatrana, s naglaskom na specifične smjernice i postupke za svaki tip stroja. Pravilna obuka zaposlenika, održavanje sigurnosne kulture i usklađivanje s propisima i standardima također su važni faktori za postizanje sigurnog radnog okruženja. U zaključku, rad je istaknuo važnost sigurnosti na radu u metalnoj industriji i pružio smjernice i informacije o sigurnosnim praksama. Kontinuirano poboljšanje sigurnosti na radnom mjestu i pridržavanje propisa i standarda ključni su za postizanje visokih standarda sigurnosti u metalnoj industriji. Samo integriranjem sigurnosti u sve faze rada i pružanjem adekvatne obuke i opreme možemo stvoriti okruženje u kojem radnici mogu obavljati svoje zadatke sigurno i bez rizika od ozljeda.

## 8. LITERATURA

- [1] Enciklopedija: metaloprerađivačka industrija,  
<https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=40369>, pristupljeno 10.04.2023.
- [2] Narodne Novine: Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme, 2021.
- [3] Narodne Novine: Zakon o zaštiti na radu, 2018
- [4] **Mijović, B.:** *Zaštita strojeva i uređaja*, Veleučilište u Karlovcu, 2012.
- [5] Trbojević, N.: *Zaštitni uređaji na strojevima*, Veleučilište u Karlovcu, 2016.
- [6] Vatrozaštita: mjere zaštite na radu i oprema u metalnoj industriji:  
<https://vatrozastita.com/mjere-zastite-na-rad-u-i-oprema-u-metalnoj-industriji>,  
pristupljeno 10.04.2023.
- [7] Kirin, Snježana.: *Uvod u ergonomiju*, Veleučilište u Karlovcu, 2019.
- [8] **Vukorepa, K., Burger, A.:** *Sigurnost i osnove zaštite na radu*. Kontrol Biro, Zagreb, 2011.
- [9] Vatrozaštita: <https://vatrozastita.com/>, pristupljeno 10.04.2023.
- [10] **Šaravanja, D.:** *Zaštita radnika pri uporabi strojeva i uređaja u procesu obrade metala brušenjem*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2018.
- [11] **Vučinić J.** *Osobna zaštitna sredstva*, VUK-a, Karlovac, 2011, ISBN 978-953-7343-48-4.
- [12] Preventa: Privremeno radilište, <https://znakovisigurnosti.eu/privremeno-radiliste.html>, pristupljeno 11.04.2023.
- [13] CCOHS: Metalworking Machines - Drill Presses,  
[https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety\\_haz/metalworking/drillpresses.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/metalworking/drillpresses.html)  
pristupljeno 10.05.2023.
- [14] CCOHS: Metalworking Machines – Planers,  
[https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety\\_haz/metalworking/planers.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/metalworking/planers.html)
- [15] [https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety\\_haz/metalworking/millingmachines.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/metalworking/millingmachines.html), pristupljeno 12.05.2023.
- [16] MRMS: Tokarski stroj, <https://uznr.mrms.hr/tokarski-stroj/>, pristupljeno 12.05.2023.
- [17] York Precision: Tips to Staying Safe When Operating a Hydraulic Press,  
<https://yorkpmh.com/resources/hydraulic-press-safety-tips/>, pristupljeno 12.05.2023.

- [18] Woodward-Fab: Safety Tips & Precautions for Using Sheet Metal Bending Machine, <https://www.woodwardfab.com/blog/safety-tips-precautions-using-sheet-metal-bending-machine/>, pristupljeno 12.05.2023.
- [19] Safe Start: 4 Major Safety Issues for the Metal Fabrication Industry, <https://safestart.com/news/4-major-safety-issues-metal-fabrication-industry/>, pristupljeno 16.05.2023.
- [20] Thomas: <https://www.thomasnet.com/>, pristupljeno 16.05.2023.

## 9. PRILOZI

### 9.1. Popis slika

Slika 1. Radnik na peći za taljenje metala.....	3
Slika 2. Opasna mjesta .....	5
Slika 3. CE oznaka .....	7
Slika 4. Osobna zaštitna oprema.....	9
Slika 5. OZO za zaštitu sluha .....	11
Slika 6. Zaštitni vizir .....	12
Slika 7. Aluminizirano odijelo.....	14
Slika 8. Zaštitne cipele s kapicom.....	14
Slika 9. Znakovi sigurnosti na radu .....	16
Slika 10. Karakteristike spiralnog svrdla i pogrešno naoštreno svrdlo .....	17
Slika 11. Zaštitni prsten od pleksiglasa oko rotirajućeg dijela bušilice .....	18
Slika 12. Shematski prikaz mjesta opasnosti na radioničkoj bušilici .....	19
Slika 13. Opasnosti rada na vertikalnoj glodalici .....	23
Slika 14. Opasnost letećih čestica .....	23
Slika 15. Mjesta opasnosti kod CNC tokarilice .....	25
Slika 16. Opasnosti preše za metal .....	29
Slika 17. Rad na stroju za savijanje lima.....	30