

# PRIMJENA MJERA ZA SIGURAN RAD NA PILANI "KOŠARE" U TOUNJU

---

**Brletić, Martina**

**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:128:890146>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



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

*Repository / Repozitorij:*

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**Veleučilište u Karlovcu**

**Odjel Sigurnosti i zaštite**

Stručni studij sigurnosti i zaštite

**Martina Brlečić**

**PRIMJENA MJERA ZA SIGURAN RAD NA  
PILANI „KOŠARE“ U TOUNJU**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2021.

**Karlovac University Of Applied Sciences**

**Safety and Protection Department**

Professional undergraduate study of Safety and Protection

**Martina Brletić**

**APPLICATION OF MEASURES FOR SAFE  
OPERATION OF THE SAWMILL  
„KOŠARE“ IN THE TOUNJ**

FINALE PAPER

Karlovac, 2021.

**Veleučilište u Karlovcu**

**Odjel Sigurnost i zaštite**

Stručni studij sigurnosti i zaštite

**Martina Brletić**

**PRIMJENA MJERA ZA SIGURAN RAD NA  
PILANI „KOŠARE“ U TOUNJU**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: mr.sc.Boris Ožanić dipl.ing.el

Karlovac, 2021.



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

Klasa:  
602-11/\_\_\_-01/\_\_\_

Ur.broj:  
2133-61-04-\_\_\_-01

Datum:

## **ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA**

Ime i prezime	MARTINA BRLETIĆ		
OIB / JMBG			
Adresa			
Tel. / Mob./e-mail			
Matični broj studenta	0416614002		
JMBAG	155280876		
Studij (staviti znak <b>X</b> ispred odgovarajućeg studija)	<input checked="" type="checkbox"/> preddiplomski	<input type="checkbox"/> specijalistički diplomski	
Naziv studija	STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE		
Godina upisa	2014.		
Datum podnošenja molbe	23.02.2021.		
Vlastoručni potpis studenta/studentice			

Naslov teme na hrvatskom: PRIMJENA MJERA ZA SIGURAN RAD NA PILANI „KOŠARE“ U TOUNJU	
Naslov teme na engleskom: APPLICATION OF MEASURES FOR SAFE OPERATION OF THE SAWMILL „KOŠARE“ IN THE TOUNJ	
Opis zadatka:  Kroz rad razraditi primjenu mjera za siguran rad na pilani „Košare“ u Tounju. Obuhvatiti mehaničke opasnosti, zaštite na strojevima i alatima, primjena osobnih zaštitnih sredstava, te obraditi način zaštite od prašine i buke	
Mentor:	Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

## **PREDGOVOR**

Ovim putem bi se zahvalila svom mentoru mr.sc. Borisu Ožaniću dipl.ing.el. na strpljenju, pomoći i vodstvu pri izradi ovog završnog rada. Zahvalila bih se i ostalim profesorima koji su mi tijekom studija prenijeli znanje koje mi je omogućilo pisanje ovog rada. Najveća hvala mojim roditeljima i obitelji na razumijevanju i podršci tokom studiranja.

## **SAŽETAK**

Ovaj završni rad sastoji se od nekoliko cjelina u kojima su opisana i definirana neka od osnovnih pojmova vezanih za preradu drveta. Isto tako su opisane mjere zaštite, strojevi, alati, osobna zaštitna sredstva s kojima se susreću radnici u preradi drveta.

Analizirane su mehaničke opasnosti, količina prašine drveta, buka i mikroklimatski uvjeti. Na kraju je izvršena procjena ugroženosti od požara u drvnoj industriji.

Ključne riječi: drvo, zakonska osnova, opasnosti, štetnosti, proces rada, procjena ugroženosti

## **SUMMARY**

This final paper consists of several units in which I described and defined some of the basic concepts related to processing trees. Also, I described the protection measures, machines, tools, personal protective equipment encountered by wood processing workers.

Mechanical hazards, amount of wood dust, noise and microclimatic conditions are also mentioned in this paper. Finally, I analysed a vulnerability assessment of fires in the wood industry.

Keywords: wood, legal basis, hazards, harmfulness, process labor, vulnerability assessment.

# SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
1. UVOD.....	1
2. ZAKONSKA OSNOVA IZ PODRUČJA ZAŠTITE NA RADU.....	2
3. NAJČEŠĆE OPASNOSTI, ŠTETNOSTI I NAPORI U RADNOM PROCESU PILANE .....	4
3.1. Mehaničke opasnosti .....	5
3.2. Prašina drveta.....	6
3.3. Buka.....	10
Slika 6: Odabir zaštitnih sredstva ovisi o razini buke na pojedinom radnom mjestu.....	10
3.4. Tjelesni napori .....	11
3.4. Mikroklimatski uvjeti .....	12
4. PROCES RADA U PILANI .....	13
4.1. Istovar trupaca .....	16
4.2. Transport trupaca do i unutar pogona pilane .....	18
4.3. Skidanje kore trupaca.....	19
4.4. Piljenje .....	20
4.4.1. Piljenje automatskom višelisnom kružnom pilom.....	21
4.4.2. Piljenje tračnom pilom .....	22
4.5. Sortiranje, slaganje i transportiranje piljene građe.....	24
4.6. Sušenje piljene, gotove građe .....	25
4.7. Postupak s pilanskim ostatkom .....	26
5. OPASNOSTI OD ELEKTRIČNE STRUJE U PILANI .....	27
5.1. Djelovanje struje na čovjeka .....	28
5.2. Dopušteni napon, jakost i frekvencija električne struje.....	29
5.3. Zaštitne mjere od električnog udara .....	29
5.4. Pet pravila sigurnosti .....	31
5.6. IP zaštita .....	32
6. ZAKLJUČAK.....	34
7. LITERATURA.....	35
8. POPIS SLIKA .....	36
9. POPIS TABLICA.....	37





## 1. UVOD

Drvo je prirodni, obnovljivi, biorazgradiv materijal koji se upotrebljavao najmanje od starijeg kamenog doba za dobivanje energije (vatre), izradu oruđa i oružja te izradu građevinskog materijala. U današnje suvremeno doba u procesu prerade drveta i izrade drvnih proizvoda veliki dio odnosi se na mehaničku obradu drveta i zbog toga ono predstavlja važan potencijal kako hrvatskog, tako i svjetskog gospodarstva.

Mehanička obrada drveta podrazumijeva promjenu prvobitne dimenzije i oblika drveta, dok su kemijska i anatomska građa drveta nepromijenjene. U procesu mehaničke obrade upotrebljavaju se razni alati i strojevi, najčešće pile, zbog čega je i sama obrada dobila naziv pilanska obrada. Proizvodni asortiman primarne obrade drveta tj. primarne pilane su piljenice od kojih se u doradnoj pilani izrađuju namjenski drveni elementi kao što su grede, letve, daske, gredice... [1]

Pilanski proizvodi upotrebljavaju se za daljnju obradu u konačne proizvode kao što su drveni podovi, namještaj, parketi, drveni proizvodi za graditeljstvo, drvena galanterija te razni drugi proizvodi od drva. [1]



**Slika 1: Primarna pilana**

## 2. ZAKONSKA OSNOVA IZ PODRUČJA ZAŠTITE NA RADU

Temeljni propis iz zaštite na radu je Zakon o zaštiti na radu [2] čija je svrha sustavno unaprjeđenje sigurnosti i zaštite zdravlja radnika, sprečavanje ozljeda na radu te profesionalnih bolesti.

Podzakonski propisi iz područja zaštite na radu propisuju zahtjeve koje moraju ispunjavati sredstva rada (oprema, strojevi i uređaji, instalacije, prijevozna sredstva, prostor u kojima se obavlja rad...), radnici (ispunjavanje uvjeta, osposobljenost za rad na siguran način...), način organizacije rada te preventivne mjere koje treba provoditi u svrhu smanjenja opasnosti, štetnosti i napora pri radu. Svi ovi propisi odnose se i na radove u pilanama te u njoj prisutne opasnosti, štetnosti i napore.

Neki od njih su sljedeći:

- **Pravilnik o izradi procjene rizika** [3] kojim se utvrđuje razina opasnosti, štetnosti i napora na osnovu koje je poslodavac obavezan primjenjivati pravila, mjere, postupke i aktivnosti za sprječavanje i smanjivanje rizika te osiguravati višu razinu zaštite na radu.
- **Pravilnik o zaštiti na radu** [4] za mjesta rada koji propisuje minimalne zahtjeve zaštite na radu za mjesta rada.
- **Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri upotrebi radne opreme** [5] koji uređuje obveze poslodavca i radnika u svezi s radnom opremom u upotrebi.
- **Pravilnik o listi strojeva i uređaja s povećanim opasnostima** [6] kojim se utvrđuje lista strojeva i uređaja s povećanim opasnostima i obveze poslodavca ukoliko u radu koriste strojeve i uređaje s liste.
- **Pravilnik o sigurnosti strojeva** [7] koji se primjenjuje na sve strojeve, opremu i sigurnosne komponente, a propisuje između ostalog i zdravstvene i sigurnosne zahtjeve koji moraju biti ispunjeni pri stavljanju na tržište ili uporabi.
- **Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom** [8] koji propisuje pravila za sigurnost i zdravlje pri radu s električnim postrojenjima, instalacijama i opremom.
- **Pravilnik o zaštiti na radu pri utovaru i istovaru tereta** [9] koji propisuje, između ostalog, mjere sigurnog utovara i istovara tereta.
- **Pravilnik o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta** [10] koji propisuje mjere za osiguranje sigurnosti i zaštite zdravlja radnika pri ručnom prenošenju tereta.

- **Pravilnik o zaštiti radnika zbog izloženosti buci na radu** [11] koji propisuje zahtjeve za zaštitu zdravlja i sigurnosti radnika od rizika izloženosti povećanoj buci.
- **Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu** [12] koji propisuje zahtjeve za zaštitu zdravlja i sigurnosti radnika od rizika zbog izloženosti mehaničkim vibracijama.
- **Pravilnik o zaštiti radnika zbog izloženosti kancerogenim tvari** [13] koji propisuje zahtjeve za zaštitu zdravlja i sigurnosti radnika od rizika zbog izloženosti kancerogenim tvarima, npr. prašina tvrdog drva.
- **Pravilnik o upotrebi osobnih zaštitnih sredstava** [14] koji propisuje obveze poslodavca u svezi s osobnom zaštitnom opremom koju radnici upotrebljavaju pri radu te ocjenjivanje OZO, obavještanja, savjetovanja i suradnje s radnicima.
- **Pravilnik o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme** [15] kojim se uređuju uvjeti za stavljanje na tržište(OZO) i bitni sigurnosni zahtjevi kojima OZO mora udovoljavati, radi osiguranja zaštite zdravlja i sigurnosti korisnika.

U provođenju mjera zaštite na radu poslodavac je dužan primjenjivati pravila zaštite na radu [2] na osnovu općih načela prevencije, a to su:

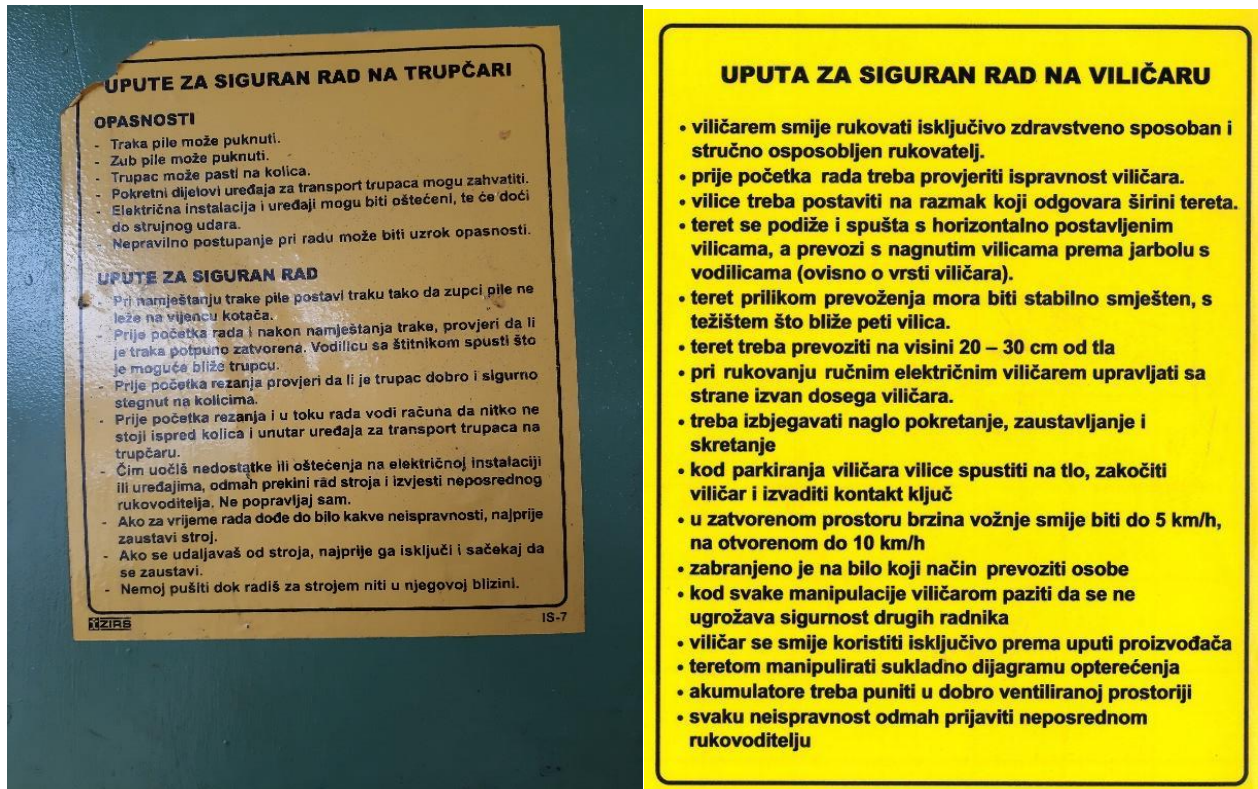
1. Izbjegavanje rizika
2. Procjena rizika
3. Sprječavanje rizika na njihovom izvoru
4. Prilagođavanje rada radnicima u vezi s oblikovanjem mjesta rada, izborom radne opreme te načinom rada i radnim postupcima radi ublažavanja jednoličnog rada, rada s nametnutim ritmom, rada po učinku u određenom vremenu te ostalih napora s ciljem smanjenja njihovog štetnog učinka na zdravlje.
5. Prilagođavanje tehničkom napretku
6. Razvoj sveobuhvatne politike prevencije povezivanjem tehnologije, organizacije rada, uvjeta rada, ljudskih odnosa i utjecaja radnog okoliša
7. Davanje prednosti skupnim mjerama zaštite pred pojedinačnim
8. Osposobljavanje i obavješćivanje radnika
9. Besplatnost prevencije, odnosno mjera zaštite na radu za radnike

### **3. NAJČEŠĆE OPASNOSTI, ŠTETNOSTI I NAPORI U RADNOM PROCESU PILANE**

Pilane su gospodarski pogoni koji obrađuju trupce koji su uglavnom isporučeni od strane šumarstva. Proizvodi koji se dobivaju obradom trupaca najčešće su daske ,letve ,grede itd ... Pilane se sastoje od mjesta za istovar trupaca ,pilanskog postrojenje te mjesta za skladištenje rezane gotove građe. Najvažniji strojevi u pilanskim postrojenjima su štuceri (koji režu daske i ostalu robu na željenu dužinu) ,brenta (koja pili trupce-najčešće u daske i grede) te „amerikaner“ koji služi za okrajčivanje dasaka po željenoj dužini.

Svi navedeni strojevi ,ali i sam pilanski pogon zbog svog dinamičnog radnog okoliša iziskuje pravilnu upotrebu zakona o zaštiti na radu zbog prisutnih različitih opasnosti ,štetnosti te napora. Najčešće su to mehaničke opasnosti kao posljedica rada s velikim komadima drveta kao što su trupci i piljenice, i s radnom opremom kao što su pile, blanjalice ,strojevi za utovar i istovar trupaca itd . Uz prisutnost mehaničkih opasnosti također postoje i druge opasnosti kao što su nepovoljni klimatski uvjeti ,prašina i buka .

Prilikom korištenja strojeva i alata za mehaničku obradu drveta radnici su dužni pridržavati se uputa za pravilno rukovanje istih dok je poslodavac dužan pored svakog stroja na vidljivo označenom području postaviti upute za siguran rad .Poslodavac je dužan svakog radnika osposobiti za rad na siguran način te osigurati upotrebu isključivo ispravnih strojeva koji se moraju redovito pregledavati (dnevno ,tjedno ,mjesečno ) ,a ukoliko se pregledom utvrdi neispravnost stroja koja može utjecati na zdravlje i sigurnost radnika stroj se ne smije koristiti sve dok se ne dovede u potpuno ispravno stanje za ponovni rad.



Slika 2: Upute za siguran rad na strojevima

### 3.1. Mehaničke opasnosti

Pod pojmom mehaničkih opasnosti uvrstavaju se sve one opasnosti koje proizlaze iz mehaničkog djelovanja alata, strojeva i uređaja bez obzira da li se nalaze u stanju mirovanja ili u stanju gibanja, te opreme, prostora i površina namijenjenih za rad koji mogu utjecati na zdravlje i sigurnost radnika na pilanama. Postoji niz izvora mehaničkih opasnosti prilikom rada na pilanama. Neki od njih su neravne, uske te zakrčene površine za kretanje(mogu uzrokovati pad, sudar radnika, ozljede... ), razna transportna pokretna sredstva kao što su viličari i dizalice(mogu uzrokovati prignječenje, prijelom te zahvaćanje dijelova tijela radnika), pile, blanjalice te ostali strojevi i uređaji s oštrim reznim površinama(mogu uzrokovati posjekotine, porezotine, nagnječenja te amputacije određenih dijelova tijela).

U cilju sprječavanja navedenih opasnosti potrebno je pravilno provoditi sve preventivne mjere za zaštitu radnika. Radnici moraju biti osposobljeni za rad i ispravno rukovanje strojevima, alatima i uređajima koji moraju biti tehnički potpuno ispravni te na sebi imati blokade i zaštitne naprave koje se ni u kojem slučaju ne smiju skidati. Površine kojima se radnici kreću moraju

biti čiste, ravne, pregledne i bez oštećenja, a na njih se ne smiju odlagati predmeti niti razvlačiti kablovi. Otvori na pilanama moraju biti pravilno ograđeni, označeni i sigurno pokriveni. Svi radnici trebaju imati odgovarajuću osobnu zaštitnu opremu i opremu kao što su cipele s čeličnom kapicom, zaštitne rukavice, po potrebi kišnu radnu odjeću te radno odijelo sa zaštitnom mrežicom i naočalama.

### 3.2. Prašina drveta

U procesu obrade drveta u pilanskim postrojenjima u zraku se zadržava veliki broj čestica prašine, a njihovo vrijeme zadržavanja u zraku uvelike ovisi o njihovim veličinama. Drvna prašina narušava zdravlje radnika u drvoprerađivačkoj industriji ugrožavanjem njihovog respiratornog tjelesnog sustava.

**Tabela 1: Sposobnost zadržavanja čestica u zraku s obzirom na njihovu veličinu [21]**

Veličina čestica	Sposobnost zadržavanja u zraku
>100	Ne zadržavaju se u zraku
10 - 100	Taloženje povećanom brzinom u mirujućem zraku
0,1 - 10	Taloženje konstantnom brzinom u mirujućem zraku
< 0, 1	Nema taloženja (čestice lebde u zraku)

Prema prolazu čestica kroz dišni sustav s obzirom na njihovu veličinu, razlikujemo inhalabilnu i respirabilnu frakciju. Sitne čestice prašine promjera manjeg od 5  $\mu\text{m}$  koje se nazivaju respirabilna frakcija (5/1000 mm) prodiru u najsitnije dijelove pluća te su zbog toga rizične po ljudsko zdravlje. Od sveukupne prašine u prostoru, samo će jedan dio biti udahnut i taj dio naziva se inhalabilna frakcija.

**Tabela 2: Prolaz čestica u dišni sustav s obzirom na veličinu [21]**

Veličina čestica ( $\mu\text{m}$ )	50 % prolaza u:
100	Gornji dišni sustav
10	Donji dišni sustav
4	Plućne alveole



Slika 3: Obrada drva sa većom količinom prašine

Zdravstvene poteškoće koje imaju ljudi u drvoprerađivačkoj industriji prije svega zbog čestica drvene prašine poznate su već neko vrijeme, ali su učinci opasnih drvenih tvari još uvijek vrlo slabo istraženi. Negativne učinke pokušavamo smanjiti ili čak i ukloniti raznim sigurnosnim mjerama. Neke cijenjene vrste drva stoga koristimo i dalje, unatoč spoznaji o njihovoj otrovnosti i opasnosti koju predstavljaju za zdravlje, a može se pojaviti tijekom njihove prerade i obrade.

Opasnost prijeti od sljedećih mehaničkih, fizikalnih i kemijskih čimbenika:

- piljevinom ili drvenom prašinom možemo se otrovati
- radi prašine može doći do upale sluznice ili kože
- koža je osjetljiva na neposredni dodir ili sitnu drvenu prašinu
- udisanjem hlapivih tvari možemo se i otrovati
- iverje, trske ili vlakna uzrokuju mehanička oštećenja



Čestice prašine uzrokuju zapaljenje sluznice nosa, grla, očiju i unutarnjih dišnih putova, a često i alergije te astmu; kod duže izloženosti može doći i do ozbiljnih oštećenja kože i otrovanja. Najčešći simptomi otrovanja su glavobolja, povraćanje i aritmija srca. Ako opasne tvari prodru kroz kožu, mogu uzrokovati alergije, upalu kože, dermatitis ili otrovanje.

## **Vrste bolesti**

**Upale nastale zbog mehaničkih oštećenja** nastaju prilikom ranjavanja kože iverjem raznih vrsta drva koje sadrži alkaloidne ili druge otrovne tvari. Pojavljuju se upale i odgađaju ozdravljenje nastalih rana.

**Opća slabost** javlja se prilikom udisanja ili gutanja. Tada se radi o glavobolji, slabosti, povraćanju, zamućenosti vida, pospanosti, vrtoglavici, žeđi, gubljenju apetita, grčevima i znojenju.

**Upala sluznice** nosa ili grla dovodi do poteškoća sa disanjem, bolova u grlu i kihanja, a kod upale očiju i do suzenja.

**Upala kože** iskazuje se u obliku crvenih mrlja koje se pretvaraju u mjehure ili čak u kvрге i posljedica su djelovanja tvari koje sadrže lateks. Prilikom dodira kože sa drvom može se pojaviti kontaktna urtikarija u obliku crvenih, a najčešće crvenilom obrubljenih osipa.

Pri dužem djelovanju drvene prašine, kod osjetljivijih se ljudi pojavljuje **dermatitis**. Najosjetljiviji dijelovi su stoga donja strana dlanova, podlaktice i vrat, ali se može proširiti i na čitavo tijelo.

**Alergije** se javljaju prije svega na koži koja je bila u dodiru sa svježim drvom. Najčešće ih također uzrokuje drvena prašina.

Udisanje slične drvene prašine izaziva oboljenja dišnog sustava, koja se iskazuju u obliku kašlja, teškog disanja, upale sluznice. Ako ova slična prašina prodre do plućnih bronhija, mogla bi dovesti i do grčenja mišića. [22]

Da bi se izbjegle zdravstvene poteškoće tijekom prerade i obrade po zdravlje štetnih vrsta drva, moramo se pobrinuti prije svega za:

- redovito usisavanje drvene prašine te uporabu ventilacije
- uporabu respiratora, i to posebno kod brusnih strojeva, kod kojih nastaju najsitnije čestice prašine;
- udobnu, dobro zatvorenu (vrat, zapešća) zaštitnu odjeću;
- uporabu zaštitnih krema i brigu za osobnu higijenu – temeljito umivanje i ispiranje čestica prašine.



Slika 4: Lokalna ventilacija na mjestu stvaranja prašine



Slika 5: Respiratori za zaštitu dišnih organa od drvene prašine

### 3.3. Buka










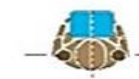


Radnici u pilanskim postrojenjima većinu radnog vremena izloženi su povećanoj razini buke koja je u prosjeku veća od gornje upozoravajuće vrijednosti od 85 Db što može u krajnjem slučaju dovesti do profesionalnih bolesti, tj. naglušosti ili trajnog oštećenja sluha koju radnici isprva ne zamjećuju jer im ne predstavlja poteškoće u svakodnevnoj komunikaciji, tzv. zamjedbena komponenta sluha. Također je utvrđeno da pilanski radnici nedovoljno nose OZO te su zbog toga još više izloženi navedenim opasnostima. Prije stupanja na posao svaki radnik mora ispitati sluh, tj. tzv. ulazni audiogram na osnovu kojeg specijalist medicine rada na svakom sljedećem pregledu procjenjuje je li i u kolikoj veličini došlo do oštećenja sluha. U svrhu sprječavanja takvih opasnosti poslodavac je dužan osigurati siguran rad radnika na pilani kupnjom strojeva na kojima rukovatelji nisu izloženi povećanoj buci, smještanjem stroja ili rukovatelja strojem u poseban prostor-daljinsko upravljanje. Ukoliko to nije moguće tada je poslodavac dužan primjenom posebnih pravila zaštite na radu osigurati što kraće vrijeme izloženosti buci što manjem broju radnika, a radnicima koji su neprestano izloženi buci osigurati svu potrebnu OZO za zaštitu sluha te redovito provjeravati da li se radnici pridržavaju nošenja istih. Svi radnici moraju biti osposobljeni za rad na siguran način te biti prijevremeno upoznati sa svim navedenim rizicima kojima će biti izloženi prilikom obavljanja rada na pilani. [21]



Slika 6: Odabir zaštitnih sredstva ovisi o razini buke na pojedinom radnom mjestu

### 3.4. Tjelesni napori

Tjelesni napor sastoji se od dvije osnovne komponente, statičkog i dinamičkog napora. Statički napor pojavljuje se prilikom duljeg zadržavanja tijela u nefiziološkom položaju dok se dinamički napor pojavljuje prilikom prenošenja, podizanja te premještanja tereta, odnosno pri svim poslovima u kojima je tijelo radnika u pokretu. Tjelesni napor u pilanskim postrojenjima prisutan je u onom trenutku gdje je nemoguće fizički rad zamijeniti radom nekog stroja, npr. prenošenje i slaganje dasaka, letvi te greda, odvoz malenih količina piljevine do glavnog skladišta itd. Svako ručno podizanje tereta mora se obavljati na ispravan način kako bi se umanjila mogućnost ozljede te kako ne bi došlo do profesionalnih bolesti oštećenja mišićno-košanog tjelesnog sustava radnika. Najvažnija preventivna mjera je zamjena ručnog prenošenja tereta strojevima, uređajima te pokretnim trakama, ali i olakšavanje načina rukovanja teretom na način da se isti gura ili vuče. [16]

Primjeri postupaka prilikom ručnog rukovanja teretom	NE	DA
<ul style="list-style-type: none"> <li>⊗ Zbog težine i oblika tereta radnik zauzima nepravilan izvijen položaj tijela prilikom nošenja tereta.</li> <li>⊗ Ako je potrebno prenositi duge i teške terete, zadatak trebaju obaviti dva radnika i tako smanjiti fizički napor.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>⊗ Za cijelo vrijeme nošenja tereta radnik drži glavu sagnutu.</li> <li>⊗ Nakon što je teret sigurno primljen, glavu treba podići i gledati prema naprijed, a ne dolje na teret.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>⊗ Teret je težak i nije ga lako primiti u ruke. Zbog toga je tijelo u nepovoljnom položaju prilikom rukovanja teretom.</li> <li>⊗ Ako je moguće, jedan teži i veći teret treba podijeliti u dva manja. Tako će prenošenje biti lakše, a tijelo u ispravnom položaju.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>⊗ Teret je daleko od tijela i zbog toga je povećano opterećenje kralježnice.</li> <li>⊗ Prilikom podizanja, držanja i prenošenja teret treba držati tik do struka i uz tijelo što je dulje moguće.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>⊗ Prilikom rukovanja teretom radnik stoji na mjestu, a teret premješta samo uz zakretanje trupa.</li> <li>⊗ Kada je riječ o zadacima koji se izvode u mjestu, teret treba prenašati pomicanjem cijelog tijela, odnosno hodom u mjestu, tako da su ramena i kukovi uvijek pozicionirani u istom smjeru.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>⊗ Teret se ručno podiže na razinu iznad glave.</li> <li>⊗ Podizanje tereta na razinu iznad glave treba izbjegavati, a ako to nije moguće tada takve zadatke treba izvoditi uz uporabu odgovarajuće pomoćne opreme.</li> </ul>		

Slika 7: Primjeri neispravnog i ispravnog ručnog podizanja i nošenja tereta [21]

### 3.4. Mikroklimatski uvjeti

Mikroklima je klima prostorija u kojima ljudi rade i žive. Manja odstupanja od propisanih mikroklimatskih uvjeta mogu uzrokovati nelagodu kod radnika dok će u slučajevima kada se prelaze fiziološke granice to uzrokovati povećani broj kroničnih bolesti krvožilnog sustava, a u krajnjem slučaju toplinski udar. Rad u posebno hladnom prostoru može uzrokovati promrzline, opću pothlađenost te izazvati odnosno pogoršati određene bolesti. U pogledu opisanih čimbenika mikroklimе u svim radnim prostorijama moraju se osigurati povoljni uvjeti rada kako u ljetnom tako i u zimskom razdoblju. Mikroklimatski uvjeti radne okoline vrlo su značajni čimbenici za uspješan i siguran rad. Među mikroklimatske uvjete ubrajamo: stanje zraka uvjetovano temperaturom, vlažnost zraka, kretanje zraka (strujanje), toplinsko zračenje i zračni tlak. O kombinacijama tih čimbenika ovisit će udobnost ili neudobnost, zdravlje radnika i njegova radna sposobnost. Većina ljudi najbolje se osjeća pri temperaturi između 18-22°C, relativnoj vlazi oko 50% i brzini strujanja zraka od 0,2 do 0,3 m/s. Čovjek održava svoju tjelesnu temperaturu dosta konstantnom (oko 37°C) iako dolazi do čestih promjena temperature okoline.

Stalna temperatura ljudskog tijela postiže se termoregulacijom, a izvor topline u organizmu su metabolički procesi. Čovječji organizam najčešće se nalazi u takvim uvjetima da svoju toplinu predaje okolini. Stoga je prisiljen stvarati toplinu i tako nadoknađivati gubitke, jer samo na taj način može održavati stalnu tjelesnu temperaturu. Što je temperatura okolice niža, čovječji organizam mora stvoriti više topline. Ako je temperatura okolice viša (iznad 37°C), čovjek se brani od pregrijavanja tijela znojenjem (isparavanjem). Poznato nam je iz fizike da se pri prijelazu tekućine u plinovito stanje tijelu koje isparava oduzima toplina. U uvjetima proizvodnje čovječji organizam naročito je izložen opasnostima od pregrijavanja. Na pilanskim postrojenjima vrlo je često zastupljen i težak fizički rad, koji još povećava toplinu čovječjeg tijela, tako da organizam teško uspijeva održavati toplinsku ravnotežu. Radnik osjeća neugodnost i smanjuje mu se radna sposobnost. U najtežim slučajevima, kad organizam ne može održavati toplinsku ravnotežu tijela i okoline, može doći do toplinskog udara i smrti. Izrazito niske temperature okolice u hladnim zimskim danima, također, negativno djeluju na radnu sposobnost i zdravlje radnika. [21]

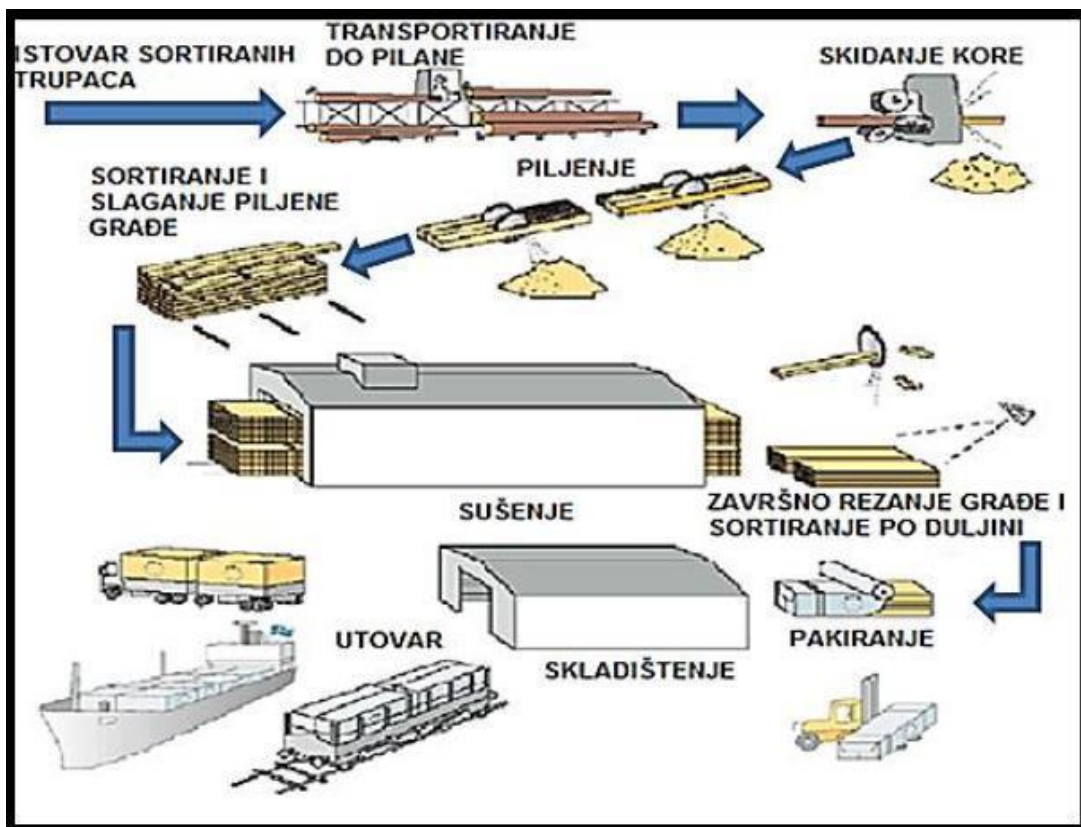
Klimu u određenom prostoru određujemo s parametrima:

- Temperatura zraka
- Vlažnost zraka
- Brzina strujanja zraka
- Toplinskim zračenjem
- Zračnim tlakom

## 4. PROCES RADA U PILANI

Proizvodni proces je osnova svake industrijske proizvodnje, a podrazumijeva sve aktivnosti i djelovanja koja rezultiraju pretvaranjem ulaznih materijala (sirovina, poluproizvoda) u gotov proizvod. On obuhvaća i sva sredstva i osoblje na kojima se i sa kojima se vrše aktivnosti od skladišta ulaznog materijala do skladišta gotovih proizvoda. Sastoji se od: tehnološko procesa, prijevoza ili transportnog procesa, procesa organizacije i procesa informacija, pa predstavlja

Prikazani primjerak proizvodnog procesa u nastavku opisuje jednu prosječno opremljenu pilanu uz najčešće prisutne opasnosti. Svaka pilana te proizvodni procesi unutar nje razlikuju se ovisno o opremljenosti.



Slika 8: Prikaz proizvodnog procesa u pilani [21]

Sortirani trupci prema promjeru dopremaju se na pilanske pogone kamionima te se istovaruju na stovarište trupaca.



Dopremljeni trupci transportiraju se uzdužnim

Slika 9: Stovarište trupaca

transporterom na kojem se nalazi mehanizam za detektiranje metalnih dijelova koji se mogu nalaziti unutar trupaca te na njihovim površinama (čavli, otkinuti dijelovi pile i sl. ). Trupci koji sadrže metalne dijelove obavezno se izbacuje s transportera jer bi u procesu njihove obrade moglo doći do odljetanja metalnih dijelova i u krajnjem slučaju do ozljede radnika te puknuća radnog stroja i materijalnih šteta.

Nakon čišćenja metalnih dijelova trupci se ponovno vraćaju na transporter, a nakon toga na početak linije piljenja gdje se mjeri dužina pilanskih trupaca. Nakon toga trupci se na posebnom uređaju usmjeravaju u položaj koji je najpovoljniji za piljenje te se fiksiraju posebnim hvataljkama.

Na ispiljenoj građi mjeri se debljina i na osnovu dobivenih informacija vrši se sortiranje ubacivanjem piljene građe na uzdužni transporter. Sortirana građa slaže se ili p moću mehanizama za slaganje u pakete ili ručno te se na kraju odvozi u skladište ili u doradnu pilanu. Sortirana i ispiljena građa odlazi na sušenje te je nakon procesa sušenja spremna za pakiranje i distribuciju. [21]



Slika 10: Pilanski trijem



Slika 11: Okrajci trupaca



#### **4.1. Istovar trupaca**

Prilikom procesa istovara trupaca postoji niz opasnosti koje se odnose uglavnom na neočekivana kretanja trupaca što u krajnjem slučaju može rezultirati ozljedama radnika ukoliko dođe do prignječenja ili udarca od strane trupaca ili vozila za istovar trupaca.

Transport i istovar trupaca do pilanskog postrojenja obavlja se prijevoznim sredstvima koja imaju ugrađene posebne dizalice tj. grajferne za hvatanje trupaca.

Radnici koji rade na takvim prijevoznim sredstvima moraju biti stručno osposobljeni za rukovanje istim te se pridržavati sigurnosnih uputa zbog toga što je bitno da se trupci prilikom transporta ne pomiču. [21]

#### **Specifične preventivne mjere rukovanja trupcima:**

- Strojevi za istovar trupaca moraju biti opremljeni hvatačem trupaca tj. grajferom
- Vozila za istovar trupaca moraju imati zaštitni okvir u slučaju prevrtanja te zaštitnu konstrukciju za zaštitu od padajućih predmeta
- Istovar trupaca mogu obavljati isključivo radnici koji su za to stručno osposobljeni
- Rezana građa i trupci moraju se slagati isključivo na ravnoj podlozi, a prolazi između njih moraju biti širine 1,5 m
- Za vrijeme istovara trupaca vozilo mora biti zakočeno, a pogonski motor isključen iz rada
- Vozila s ugrađenom dizalicom moraju biti opremljena sigurnosnim nogarima koje se oslanjaju na čvrstu podlogu u svrhu zaštite od prevrtanja
- U slučaju da vozila nemaju nogare tada se moraju postavljati na ravne i čvrste podloge kako ne bi došlo do pomicanja vozila tijekom istovara tereta
- Visina tereta ne smije prelaziti visinu ugrađenih zaštita za osiguranje tereta
- Prilikom istovara tereta vozač treba napustiti kabinu vozila te nositi zaštitnu kacigu, zaštitnu obuću, nositi odjeću visoke vidljivosti, a radnici moraju biti izvan tzv. zone opasnosti



Slika 12: Vozilo za istovar trupaca [21]



Slika 13: Grajfer [21]

## 4.2. Transport trupaca do i unutar pogona pilane

Dopremljeni trupci na stovarištu transportiraju se do i unutar pogona pilane pomoću krana/dizalice i lančanog transportera.[21]

### Opasnosti prilikom rada na transporteru:

- Zahvaćanje ili povlačenje odjeće ili dijelova tijela radnika
- Mogućnost udara transportiranog trupca u tijelo radnika

### Prilikom rada s transporterom nužno je pridržavati se sljedećih mjera zaštite:

- Transporteri s trakom, grabljama, lancima i sl. sredstvima za prenošenje tereta moraju se postavljati tako da s jedne strane ostane slobodan prostor za prolaz, širine najmanje 1 m
- Prilikom puštanja transporter u rad mora se oglasiti zvučni signal koji upozorava radnike koji se nalaze u njegovoj neposrednoj blizini
- Za vrijeme rada transporter radnicima je zabranjeno stajati u zoni opasnosti, čistiti traku, valjke i prostor ispod trake
- Uključivanje i isključivanje transporter smije obavljati samo osoba koja je za to zadužena, a prije puštanja transporter u rad treba imati potvrdu o njegovoj tehničkoj ispravnosti
- Duž cijelog transporter treba osigurati sigurnosno uže za zaustavljanje u slučaju opasnosti ili nezgoda



Slika 14: Lančani transporter

### 4.3. Skidanje kore trupaca

Ovisno o proizvodnom procesu, dopremljeni trupci dovode se na piljenje zajedno s korom koja se u doradnoj pilani skida tj. guli, a nakon toga trupac je spreman za piljenje. [21]

Prilikom rada sa strojem za guljenje kore potrebno je pridržavati se sljedećih preventivnih mjera zaštite:

- Strojovima i opremom trebaju rukovati isključivo radnici koji su za to osposobljeni
- Potrebno je jasno označiti područje „zone opasnosti“ u koju ne smiju ulaziti oni radnici koji ne rade na stroju
- Osigurati rukovatelju stroja dobru vidljivost i ostale uvjete za siguran rad
- Osigurati sustav zaštite na stroju od nenamjernog i neovlaštenog uključivanja
- Osigurati pisane upute o sigurnim radnim postupcima
- Osigurati radnicima svu potrebnu OZO



Slika 15: Guljač kore [21]

#### 4.4. Piljenje

Najvažniji proces obrade drveta u pilanskim postrojenjima je piljenje. Postoji niz mehaničkih opasnosti prilikom obavljanja ovakve obrade drveta koje se pojavljuju pri radu s oštrim reznim alatima, ali je prisutna i opasnost pucanja i odlijetanja dijelova pile ili trupca, kao i mogućnost povratnog udarca trupca u radnika što može rezultirati ozljedama na radu. [21]

U cilju sprječavanja gore navedenih opasnosti trebaju se provoditi specifične preventivne mjere u svrhu očuvanja sigurnosti te zdravlja radnika:

- Radna oprema mora biti u ispravnom stanju i redovno pregledavana od strane stručne osobe
- Svi rotirajući i pokretni dijelovi stroja moraju biti zaštićeni štitnicima
- Na strojevima za piljenje trupca moraju raditi isključivo radnici koji su za to stručno osposobljeni
- Zabranjen je prilaz području stroja svima osim rukovatelju stroja
- Poželjno je osigurati rukovanje strojem daljinskim upravljanjem u cilju zaštite radnika od buke i prašine te mehaničkih opasnosti, ali ako navedeno nije moguće ostvarit tada radniku obavezno treba osigurati pomoćne alate kako ne bi dijelovima tijela dolazio u opasno područje stroja
- Radnicima moraju biti osigurana osobna zaštitna sredstva za zaštitu od buke te ista moraju obavezno koristiti
- Tipka za zaustavljanje rada stroja u slučaju opasnosti mora se nalaziti nadohvat ruke rukovatelja strojem
- Odrezani komadi drveta mogu biti izbačeni pilom pa bog toga treba izbjegavati stajanje u području koje pokriva kut od 7,5 ° na obje strane od osi oštrice pile

#### 4.4.1. Piljenje automatskom višelisnom kružnom pilom

Kružne pile se upotrebljavaju za poprečno i uzdužno obrezivanje drveta. Nazubljena tanka kružna ploča (list pile) okrećući se oko svoje osi izvodi glavno kretanje rezanja, po pravilu nasuprot smjeru gibanja zubiju.

Automatska višelisna kružna pila sastoji se od ulazne trake na kojoj moraju biti dva radnika, jedan na početku, a drugi na kraju trake koji stavljaju jednu po jednu neokrajčenu dasku na traku, a radnik koji je na kraju prve trake dvama laserima ručno postavlja omjer po kojoj će se daska okrajčiti s obje strane. Na izlaznoj traki također se nalaze dva radnika koji okrajčene čiste daske slažu jednu do druge, a krajeve okrajčene daske tj. otpad odlažu na drugu stranu.

Ovi su strojevi namijenjeni za okrajčivanje i paranje piljenica. Za razliku od jednolisnih kružnih pila, ovim je pilama u samo jednom prolazu kroz zahvat stroja moguće izvesti obostrano okrajčivanje, odnosno potpuno paranje.[21]



Slika 16: Automatska višelisna kružna pila

#### **4.4.2. Piljenje tračnom pilom**

Ovaj je stroj namijenjen za uzdužno rezanje u sekundarnoj pilanskoj preradi. Na njemu se radi ručno, no uz dodatni specijalni uređaj postiže se automatski posmak. Pilanske tračne pile sve se češće koriste umjesto kružnih pila, jer se postiže veća ušteda sirovine, čistiji je rez, manji je napor radnika pri "guranju" daske i, što je veoma značajno, manja je opasnost da se radnik ozlijedi.

Tračne pile koriste fleksibilne, tanke i kontinuirane čelične trake s reznim zubima na jednom rubu. Oštrica radi na dva kolotura odnosno kotača, a prolazi kroz otvor na radnom prostoru gdje se prinosi drvo. U pilanama se trupac strojno prinosi do oštrice pile, npr. viličarom po unaprijed određenoj liniji po radnom prostoru.

Tračna pila konstruirana je tako da se s obje njene strane nalaze dvije šinje po kojima se kreće naprijed i natrag, a radnik koji rukuje tračnom pilom sjedi neposredno uz nju te regulira debljinu reza daske.

Između svake od šinja nalaze se mehanički okretači koji okreću trupac, tj. dasku na željeni položaj za rezanje te stezaljke koje pridržavaju, fiksiraju trupac tj. dasku kako ne bi došlo do pomicanja u procesu rezanja.[21]

**Preventivne mjere sigurnosti i zaštite zdravlja radnika pri radu s tračnim pilama su sljedeće:**

- List tračne pile mora biti pokriven zaštitnim oklopom po cijeloj duljini dijela kojim se reže
- Pomična zaštitna naprava lista pile, od oklopa vodećeg kola lista pile do predmeta obrade mora biti izvedena tako da se može sigurno namještati i mehanički učvrstiti na odabrani položaj
- Ručno podešavanje vodilice lista može se vršiti samo dok pila nije u radu
- Pri rezanju neravnog materijala moraju se koristiti uređaji koji sprječavaju okretanje, tj. prevrtanje materijala za vrijeme obrade



Slika 17: Tračna pila



#### 4.5. Sortiranje, slaganje i transportiranje piljene građe

U cilju sprječavanja navedenih opasnosti, prostori u kojima se skladišti građa trebali bi biti ravnog poda, s nagibom koje ne prelazi 2 °. Asfalt, beton ili bilo koja druga tvrda podloga najbolje su za skladištenje zbog toga što površina tla mora biti dovoljno čvrsta i stabilna kako bi bez nastalih oštećenja mogla podnijeti težinu tereta. [21]



Slika 18: Skladištenje gotove građe

U skladišnom prostoru treba primjenjivati specifične preventivne mjere zaštite na radu koje podrazumijevaju pravilno složenu piljenu građu koja ne predstavlja opasnost za radnike koji vrše utovar ili istovar građe ili obavljaju neki drugi posao u tom području rada. Slaganje građe mora se obavljati isključivo na način da omogućava siguran pristup, utovar i istovar viličaru ili drugim strojevima. Jasno moraju biti obilježene površine za skladištenje građe i putovi za kretanje strojeva za utovar ili istovar, mora biti osigurana dobra vidljivost te odgovarajuća umjetna rasvjeta.

### **Specifične preventivne mjere zaštite prilikom rada s viličarom su :**

- Viličar se smije kretati samo po površinama čija nosivost odgovara ukupnom opterećenju viličara s teretom
- Radnik koji rukuje viličarom mora ispunjavati uvjete potrebne za rukovanje istim
- Vozač je dužan rukovati viličarom na način na koji se osigurava siguran rad
- Teret koji se prenosi viličarom mora se slagati na palete koje omogućavaju siguran zahvat tereta viličarom
- Teret na zahvatnoj vilici mora biti raspoređen ravnomjerno na oba kraka vilice i ležati oslonjen na stražnjem dijelu nosača vilica i ne smije zaklanjati vidik vozaču
- Za zaštitu vozača viličara od vremenskih nepogoda, viličar mora imati kabinu iz koje je omogućena dobra vidljivost na sve strane, a ukoliko se rad viličarom obavlja noću, viličar mora biti opskrbljen rasvjetnim tijelima

### **4.6. Sušenje piljene, gotove građe**

Sušenje drvene građe je način dodavanja vrijednosti na piljene proizvode iz primarne prerade drvene industrije, a glavni cilj sušenja je postići željenu vlagu drveta. Jednostavno sušenje na zraku je najpopularnija metoda, drvo se suši na zraku godinu ili više dana dok ne dostigne sadržaj vlage oko 20% ovisno o klimi, debljini i vrsti drveta. Iako neki proizvođači jos uvijek koriste prirodnu tehniku sušenja, ta metoda zbog konkurentosti na tržištu smatra se neprofitabilnom zbog vremenski dugog procesa sušenja, te se većina proizvođača koristi sušarama koje znatno skraćuju vrijeme sušenja drvene građe. [21]



Slika 19: Sušenje građe

#### 4.7. Postupak s pilanskim ostatkom

Pilanski ostatak nastaje kao sporedni proizvod pri različitim fazama pilanske obrade, a može biti krupni (kora, okorci, okrajci, otpiljci i porubci) i sitni (piljevina, iverje, blanjevina i drva prašina). Pilanski ostatak najčešće se koristi za proizvodnju toplinske ili električne energije, za proizvodnju briketa i drvnih paleta za grijanje, kao sirovina za proizvodnju drvenih ploča te u kemijskoj preradi drveta za proizvodnju papira.



Slika 20: Prostor za skladištenje piljevine

## 5. OPASNOSTI OD ELEKTRIČNE STRUJE U PILANI

Činjenica je da je električna energija našla vrlo široku primjenu u industriji, poljoprivredi i svakodnevnom životu zbog mnogih prednosti koje pruža, a među ostalim i:

- lako prenošenje od izvora do potrošača,
- jednostavno pretvaranje u druge oblike energije (toplinsku, mehaničku, svjetlosnu),
- jednostavno upravljanje električnim strojevima i aparatima,
- velika ekonomičnost,
- osiguranje dobrih higijenskih uvjeta za rad.

Uz te prednosti, pri korištenju električne energije pojavljuje se i sve veća opasnost od električnih udara, jer se strojevi i uređaji na elektromotorni pogon sve više koriste, a uz nestručno rukovanje česte su nesreće, pa i smrtni slučajevi. Opasnosti od električne struje prisutne su na poslu, a isto tako i van posla to jest. kod kude, na putovanju, u trgovini, u turizmu i slično. Opasnosti od električne struje utoliko su veće što se ne primjećuju kao neki drugi izvori opasnosti. Nestručno rukovanje električnim uređajima i nedovoljne mjera zaštite osnovni su razlozi povrede kod primjene električne struje. Kod nestručnjaka povrede se događaju uglavnom zato što oni ne poznaju opasnost, a kod stručnjaka zbog previda i olakog shvaćanja opasnosti, odnosno zbog prevelike samouvjerenosti, kao i zbog nediscipline pri upotrebi električne struje. Dokazano je da se nestručne osobe 3 puta češće povređuju od stručnih. Električna struja prenosi se vodičima samo u zatvorenom strujnom krugu. [18]



Slika 21: Znak opasnosti od električnog udara [19]

## 5.1. Djelovanje struje na čovjeka

Ako se čovječje tijelo iz bilo kojeg razloga nađe u strujnom krugu, tada ona teče kroz čovjeka, uzrokujući:

- **Mehaničko djelovanje** u obliku razaranja tkiva i to uglavnom na ulazu i izlazu, to jest na mjestima dodira čovječjeg tijela sa strujnim krugom.
- **Toplinsko djelovanje** koje uzrokuje zagrijavanje tijela naročito na ulazu i izlazu. Na tim mjestima pojavljuju se unutarnje i vanjske opekotine.
- **Kemijsko djelovanje**, koje se očituje tako da struja prolazeći kroz krv elektronski rastvara krvnu plazmu.
- **Biološko djelovanje**, koje se očituje u vidu stezanja mišićnog tkiva, uzrokujući treperenje srčanih klijetki, čime se usporava, a u neki slučajevima i zaustavlja disanje te uzrokuje paraliza rada srca.

Svi navedeni oblici djelovanja električne struje izazivaju takse ili teže povrede, a u težim slučajevima i smrt. [18]

Na težinu povrede i njen ishod utječu ovi faktori:

- **Jakost struje**
- **Napon struje**
- **Vrijeme prolaza struje**
- **Frekvencija struje**
- **Način/put protjecanja**

## 5.2. Dopušteni napon, jakost i frekvencija električne struje

Prosječni otpor ljudskog tijela iznosi u prosjeku 2.000 ( $\Omega$ ). Prema tehničkim propisima donja granica opasnih jakosti struje dodira iznosi od 15-30 mA (miliampera). Zbog kvara na izolaciji vodiča, kućišta trošila i opreme te ostale metalne mase, koje u normalnom pogonu nisu pod naponom, mogu doći pod napon i predstavljati opasnost za ljude koji dodiruju ovu opremu. Ako se u takvim slučajevima pojavljuje očekivani napon dodira viši od 50 V za izmjeničnu struju, odnosno viši od 120 V za istosmjernu struju i to u trajanju dužem nego što propisano smatra se da je taj napon previsok i opasan.[20]

$$I = U_d/R_t$$

I - jačina struje dodira (A)

$U_d$  - dodirni napon struje (V)

$R_t$  - otpor ljudskog tijela ( $\Omega$ )

Najviša vrijednost napona dodira koja je dopuštena propisima iznosi: za izmjeničnu struju  $U_d = 50$  V, za istosmjernu struju  $U_d = 120$  V. U određenim nepovoljnim uvjetima i niži naponi od 50 V izmjenične, odnosno 120 V istosmjerne, struje mogu biti opasni za život. Stoga su za određene slučajeve propisani i niži takozvani sigurnosni mali naponi. U lošijim uvjetima kao što su na primjer mokre prostorije ili rad u metalnim spremnicima, propisuju se niži trajno dopušteni naponi dodira a iznose 25 V za izmjeničnu i 60 V za istosmjernu struju. [20]

## 5.3. Zaštitne mjere od električnog udara

Usporedo s razvojem tehničkih uređaja i strojeva koji se koriste električnom energijom, uvode se i tehničke mjere zaštite pri upotrebi električne energije. [19]

Zaštita se provodi odgovarajućim mjerama zaštite kako bi se:

- onemogućio direktni dodir čovjeka s bilo kojim dijelom uređaja ili postrojenja pod naponom (izravni dodir),
- ograničila vrijednost jakosti struje kroz tijelo,
- ograničila jakost struje i vrijeme prolaza struje kroz organizam čovjeka na bezopasne veličine.

Do električnog udara, to jest do patofiziološkog djelovanja, električne struje na živa bića može doći zbog:

**1. Direktnog (izravnog) dodira** dijelova pod naponom, to jest dodira ljudi s dijelovima električne opreme ili instalacija koje se nalaze pod naponom. Direktan dodir s dijelovima pod naponom kojega mogu uzrokovati nepropisno položeni goli vodiči, oštećena izolacija na vodičima i priključnim instalacijama, loša izvedba prekidača, sklopki i ostalih elemenata, kada dijelovi koji su pod naponom nisu zaštićeni odnosno kada je zaštita nesavjesnim postupkom uklonjena, nezaključani razvodni ormari, radovi na vodovima i instalacijama pod naponom koji nije prethodno isključen, radovi na električnim uređajima nestručnih osoba i drugo. Zaštita od direktnog dodira provodi se tako da se svi dijelovi električne instalacije ili trošila izvedu tako da je onemogućen slučajni dodir s takvim dijelovima. [19]

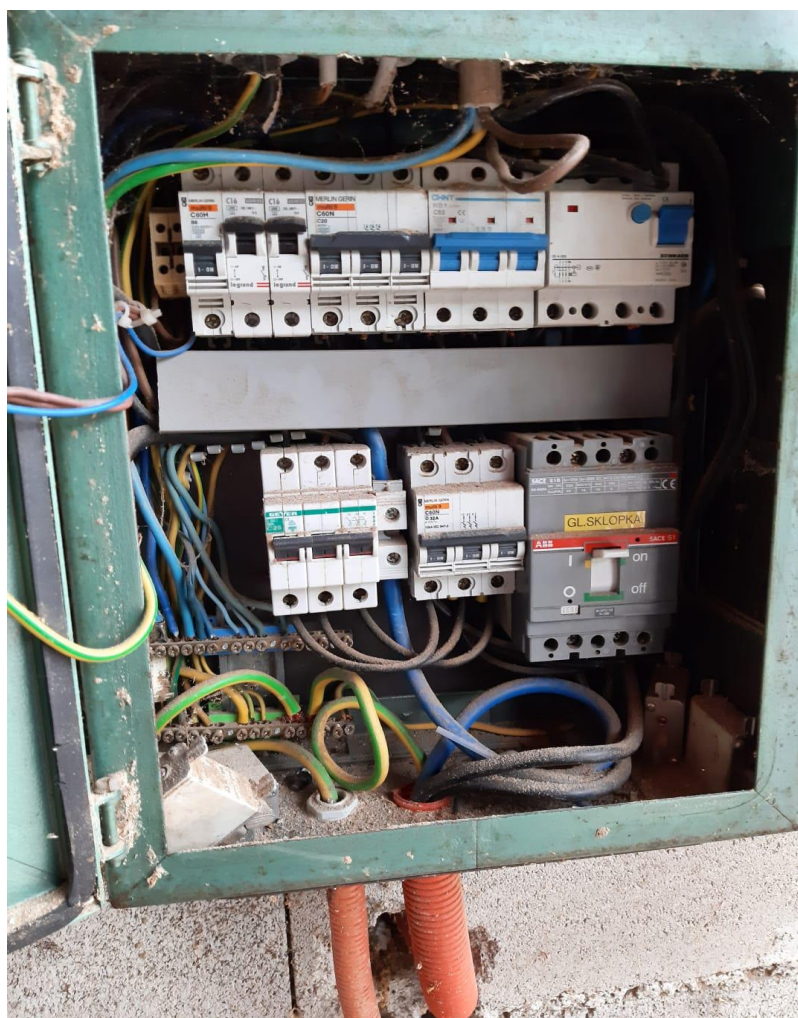
Vrste zaštite od direktnog (izravnog) dodira su sljedeće:

- Izoliranje
- Udaljavanje
- Ugrađivanje
- Ograđivanje

**2. Indirektnog (posrednog) dodira**, to jest dodira ljudi s »masama« (izloženim vodljivim dijelovima) koje su došle pod napon zbog proboja osnovne izolacije. Indirektan dodir s dijelovima pod naponom ili takozvanog previsoki napon dodira kao posljedica kvara na izolaciji električnih uređaja. Indirektan dodir može uzrokovati električni uređaj ili njegov metalni dio (kućište) kojega dodiruje radnik a koji je zbog oštećene ili neispravne izolacije poprimio određeni napon prema zemlji. To će se dogoditi ako takvi električni uređaji ili njihovi dijelovi nisu uzemljeni ili na drugi način šticeeni pa će radnik svojim tijelom preko zemlje zatvoriti strujni krug i struja će poteći iz kućišta preko tijela u zemlju i zatvoriti se preko pogonskog uzemljenja zvjezdista transformatora. Zaštita od indirektnog dodira provodi se isključivo tehničkim mjerama od kojih su najčešće zaštita automatskim isključivanjem napajanja, zatim pomoću dvostruke izolacije, malim sigurnosnim naponima i drugo. [19]

Vrste zaštite od indirektnog (posrednog) dodira su:

- Automatsko isključivanje napajanja,
- Upotreba uređaja klase II,
- Mali radni i sigurnosni naponi,
- Električno odvajanje,
- Zaštitni uređaj diferencijalne struje



Slika 22: Zaštita postrojenja u pilani

#### 5.4. Pet pravila sigurnosti

Prije početka radova u bez naponskom stanju, odnosno prije pristupa izvršitelja na mjesto rada, obvezno je osigurati mjesto rada primjenom zaštitnih mjera poznatih pod nazivom pet pravila sigurnosti koja sadrže:

1. POTPUNO ISKLJUČENJE I ODVAJANJE OD NAPONA,
2. SPRJEČAVANJE PONOVRNOG UKLJUČENJA,
3. UTVRĐIVANJE BEZNAPONSKOG STANJA,
4. UZEMLJIVANJE I KRATKO SPAJANJE I
5. OGRAĐIVANJE MJESTA RADA OD DIJELOVA POD NAPONOM.





Slika 23: Ploča sa pet pravila sigurnosti

Ove zaštitne mjere primjenjuju se navedenim slijedom. U posebnim situacijama, neke od zaštitnih mjera nije moguće u potpunosti primijeniti. Bez obzira na to, osiguranje mjesta rada treba izvesti na siguran način, odnosno ostvariti uvjete za siguran rad. Poduzete zaštitne mjere moraju biti trajno uspostavljene za vrijeme izvođenja radova, a smiju se ukloniti tek nakon završetka radova. [20]

### 5.6. IP zaštita

Svi električni uređaji moraju imati dobru i kvalitetnu zaštitu od vanjskih utjecaja. Ta se zaštita osigurava kućištima koja štite električne uređaje od prodiranja tijela poput vode, vlage ili prašine koja bi ih mogla oštetiti, ali i sprječavaju izravne dodire kako ne bi došlo do eventualnih ozljeda. [23]

Stupanj IP zaštite se sastoji od oznake IP i dvije brojke s desne strane. Svaka od te dvije brojke ima svoje značenje.

**Prva brojka** označava stupanj zaštite od dodira i stranih tijela. Ta se zaštita ostvaruje onemogućavanjem ili ograničavanjem ulaska predmeta koji osoba drži u kućište. Stupanj zaštite se označava brojevima od 0 do 6, a njihovo značenje je:

- 0 – Bez zaštite
- 1 – Zaštićeno od krutih stranih tijela promjera 50mm i većih
- 2 – Zaštićeno od krutih stranih tijela promjera 12,5mm i većih
- 3 – Zaštićeno od krutih stranih tijela promjera 2,5mm i većih
- 4 – Zaštićeno od krutih stranih tijela primjera 1,0mm i većih
- 5 – Zaštita od prašine
- 6 – Ne propušta prašinu

**Druga brojka** označava vrstu zaštite kućišta koja jamči sigurnost u slučaju prodiranja vode u kućište. Stupanj zaštite se označava brojevima od 0 do 9, a njihova značenja su:

- 0 – Bez zaštite
- 1 – Zaštićeno od vode koja kapa
- 2 – Zaštićeno od vode koja kapa ako je kućište nagnuto do 15°
- 3 – Zaštićeno od vode koja pršti
- 4 – Zaštićeno od vode koja prska
- 5 – Zaštićeno od mlaza vode
- 6 – Zaštićeno od snažnog mlaza vode
- 7 – Zaštićeno od djelovanja pri povremenom uranjanju u vodu
- 8 – Zaštićeno od djelovanja pri trajnom uranjanju u vodu
- 9 – Voda pri čišćenju visokim tlakom/mlazom pare

Uz ove brojke, ponekad ćete pronaći i dodatna slova koja se dodaju kako bi se koriste još dodatnih informacija o zaštiti električnog uređaja. Ta slova mogu biti:

- A – Zaštita protiv pristupa dlanom
- B – Zaštita protiv pristupa prstom
- C – Zaštita protiv pristupa alatom
- D – Zaštita protiv pristupa žicom
- f – Otporan na ulje
- H – Otporan na visoki napon
- M – Uređaj se pomiče prilikom testiranja vodom
- S – Uređaj miruje prilikom testiranja vodom
- W – Otporan na vremenske uvjete

## 6. ZAKLJUČAK

Drvena industrija je uz naftnu industriju u velikoj mjeri zastupljena u našem gospodarstvu. Najveći broj drvnih industrija nalazi se na području Like, Gorskog kotara te Slavonije zbog toga što su ta područja najviše bogata drvnom masom. Veliku pažnju treba usmjeriti na iskorištavanje šume, odnosno svu posječenu šumu potrebno je nadomjestiti sadnjom novih mladica. Također iz ove teme je vidljivo kako je najveća opasnost u preradi drvene mase prašina te njeni štetni učinci na zdravlje i sigurnost radnika. Zbog toga je neophodno provoditi sve potrebne osnovne zaštitne mjere te omogućiti radnicima svu potrebnu osobnu zaštitnu opremu i sredstva kako bi sigurno obavljali svoj posao u procesu drvene industrije.

## 7. LITERATURA

1. Beljo Lučić R. i sur.: „Optimiranje energijskih i ergonomskih čimbenika mehaničke obrade drva“
2. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14)
3. Pravilnik o izradi procjene rizika (NN 112/14)
4. Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 105/20)
5. Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri upotrebi radne opreme (NN 18/17)
6. Pravilnik o listi strojeva i uređenja s povećanim opasnostima (NN 47/02)
7. Pravilnik o sigurnosti strojeva (NN 28/11)
8. Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN 88/12)
9. Pravilnik o zaštiti na radu pri utovaru i istovaru tereta (NN 49/86)
10. Pravilnik o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta (NN 42/05)
11. Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu ( NN 46/08)
12. Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu (NN 155/08)
13. Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti karcinogenim i/ili mutegenim tvarima (NN 40/07)
14. Pravilnik o upotrebi osobnih zaštitnih sredstava (NN 39/06)
15. Pravilnik o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme (NN 89/10)
16. Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu – smjernice za ručno rukovanje teretima
17. Zakon o listi profesionalnih bolesti ( NN 162/98 i 107/07)
18. <http://uznr.mrms.hr/wp-content/uploads/prezentacije/dobrapraksa10072019/elektri%C4%8Dna%20oprema%20u%20vla%C5%BEnim%20i%20sku%C4%8Denim%20prostorima.pdf>
19. <https://preventa.hr/zastita-na-radu-upit/opasnosti-od-elektricne-struje>
20. [https://www.vuka.hr/fileadmin/user\\_upload/knjiznica/on\\_line\\_izdanja/Sigurnost\\_u\\_primjeni\\_elektri%C4%8Dne\\_energije\\_Boris\\_O%C5%BEani%C4%87.pdf](https://www.vuka.hr/fileadmin/user_upload/knjiznica/on_line_izdanja/Sigurnost_u_primjeni_elektri%C4%8Dne_energije_Boris_O%C5%BEani%C4%87.pdf)
21. [https://hzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/Smjernica\\_za\\_siguran\\_rad\\_u\\_pilani.pdf](https://hzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/Smjernica_za_siguran_rad_u_pilani.pdf)
22. <https://korak.com.hr/korak-023-rujan-2008-2/>
23. <https://regulator.hr/zanimljivosti/ip-stupnjevi-zastite/>

## 8. POPIS SLIKA

Slika 1: Primarna pilana .....	1
Slika 2: Upute za siguran rad na strojevima .....	5
Slika 3: Obrada drva sa većom količinom prašine .....	7
Slika 4: Lokalna ventilacija na mjestu stvaranja prašine .....	9
Slika 5: Respiratori za zaštitu dišnih organa od drvene prašine .....	9
Slika 6: Odabir zaštitnih sredstva ovisi o razini buke na pojedinom radnom mjestu .....	10
Slika 7: Primjeri neispravnog i ispravnog ručnog podizanja i nošenja tereta [21] .....	11
Slika 8: Prikaz proizvodnog procesa u pilani [21] .....	13
Slika 9: Stovarište trupaca .....	14
Slika 10: Pilanski trijem .....	15
Slika 11: Okrajci trupaca .....	15
Slika 12: Vozilo za istovar trupaca [21] .....	17
Slika 13: Grajfer [21] .....	17
Slika 14: Lančani transporter .....	18
Slika 15: Guljač kore [21] .....	19
Slika 16: Automatska višelisna kružna pila .....	21
Slika 17: Tračna pila .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Slika 18: Skladištenje gotove građe .....	24
Slika 19: Sušenje građe .....	25
Slika 20: Prostor za skladištenje piljevine .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Slika 21: Znak opasnosti od električnog udara [19] .....	27
Slika 22: Zaštita postrojenja u pilani .....	31
Slika 23: Ploča sa pet pravila sigurnosti .....	32

## 9. POPIS TABLICA

Tabela 1: Sposobnost zadržavanja čestica u zraku s obzirom na njihovu veličinu [21].....	6
Tabela 2: Prolaz čestica u dišni sustav s obzirom na veličinu [21] .....	7