

ZAŠTITA RADNIKA PRI UPORABI STROJEVA U DRVNOJ INDUSTRIJI

Kreševljak, Ines

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:128:378356>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

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

Ines Kreševljak

ZAŠTITA RADNIKA PRI UPORABI STROJEVA U DRVNOJ INDUSTRIJI

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2023.

Karlovac University of Applied Sciences Safety and Protection

Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Ines Kreševljak

PROTECTION OF WORKERS USING MACHINES IN THE WOOD INDUSTRY

FINAL PAPER

Karlovac, 2023.

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

Ines Kreševljak

ZAŠTITA RADNIKA PRI UPORABI STROJEVA U DRVNOJ INDUSTRIJI

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

Usmjerenje: Zaštita na radu, Karlovac, 2023

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Ines Kreševljak

Matični broj: 0415619046

Naslov: Zaštita radnika pri uporabi strojeva u drvnoj industriji

Opis zadatka:

Završni rad obradit će mjere sigurnosti i zaštite na radu pri rukovanju strojevima za obradu drva. Primjenjujući mjere Zakona o zaštiti na radu i Pravilnika o uporabi osobnih zaštitnih sredstava. U radu će biti opisana povijest pri obradi drva, mehaničke opasnosti, zatim kako spriječiti mehaničke opasnosti i koju osobnu zaštitnu opremu mora imati radnik za obavljanje rada. Proći ćemo kroz osnovna i posebna pravila zaštite na radu, te kroz pravila za rad na siguran način.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

Kolovoz 2023

Rujan 2023.

Rujan 2023.

Mentor:

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Prof. dr. sc. Budimir Mijović

mag. ing. cheming. Lidija Jakšić

PREDGOVOR

Zahvaljujem se svim profesorima Veleučilišta u Karlovcu koje su svoje znanje prenosili na nas studente.

Želim zahvaliti svojem mentoru prof. dr. sc. Budimiru Mijoviću na stručnoj pomoći pri izradi završnog rada.

Zahvaljujem se svojoj obitelji koja mi je od početka studija bila moralna podrška i što su vjerovali u mene.

SAŽETAK

Ovaj rad se bavi temom o sigurnosti u drvnoj industriji. Rad obuhvaća opasnosti koje u drvnoj industriji, te koje mjere sigurnosti treba poduzeti. Opisane su tehničke mjere sigurnosti pri radu s tračnom pilom, kružnom pilom, glodalicom, brusilicom, CNC strojevima, te blanjalicama, ravnalicama i debljačama. Pri radu sa strojevima postoji određena opasnost za radnika. Zakonom o zaštiti na radu i Pravilnikom o uporabi osobnih zaštitnih sredstava, te ćemo proći kroz strojeve za obradu drva i opasnosti u drvnoj industriji.

Ključne riječi: sigurnost, strojevi za obradu drveta, opasnosti na radu

SUMMARY

This paper deals with the topic of safety in the wood industry. The paper covers the dangers that exist in the wood industry, and what safety measures should be taken. Technical safety measures when working with band saws, circular saws, milling machines, grinders, CNC machines, as well as planers, straighteners and thicknessers are described. There is a certain danger for workers when working with machines. The Law on Occupational Safety and the Ordinance on the Use of Personal Protective Equipment, and we will go through wood processing machines and dangers in the wood industry.

Keywords: safety, woodworking machines, occupational hazards

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. STROJEVI ZA OBRADU DRVETA.....	2
2.1. Povijest zaštite na radu pri rukovanju strojevima za obradu drva.....	3
3. VRSTE STROJEVA ZA RAD PRI OBRADI DRVA.....	5
3.1. Tračna pila.....	5
3.2. Kružna pila.....	7
3.3. Glodalice.....	10
3.4. Brusilice.....	12
3.5. CNC strojevi za obradu drva.....	13
3.6. Blanjalica.....	15
3.6.1. Ravnalica.....	16
3.6.2. Debljača.....	18
4. OPASNOSTI PRI RADU U DRVNOJ INDUSTRIJI.....	20
4.1. Mehaničke opasnosti.....	21
4.2. Prašina drveta.....	21
4.3. Kemijske štetnosti.....	22
4.4. Buka.....	23
4.5. Opasnost od eksplozija i požara.....	25
4.6. Tjelesni napor.....	26
4.7. Nepovoljni mikroklimatski uvjeti.....	28
5. OSNOVNA PRAVILA ZAŠTITE NA RADU.....	30
5.1. Posebna pravila zaštite na radu.....	30
6. OSPOSOBLJAVANJE ZA RAD NA SIGURAN NAČIN.....	32

7. ZAKLJUČAK.....	37
8. LITERATURA.....	38
9. POPIS SLIKA.....	39

1. UVOD

Rad na strojevima za obradu drva predstavlja ključnu industrijsku djelatnost koja je duboko ukorijenjena u povijesti čovječanstva. Ova grana industrije donosi brojne inovacije i olakšava proces obrade drvnih materijala, ali isto tako nosi sa sobom niz izazova vezanih za zaštitu na radu. U ovom tekstu, istražiti ćemo povijest zaštite na radu pri rukovanju strojevima za obradu drva, različite vrste strojeva koji se koriste u ovoj industriji te opasnosti s kojima se radnici susreću.

Povijest zaštite na radu pri rukovanju strojevima za obradu drva seže unatrag stoljećima. Početci ove industrije bili su obilježeni rukom izrađenim alatima i primitivnim strojevima, često opasnim za radnike. S vremenom su se razvijali napredniji strojevi, ali su se i pojavljivale nove opasnosti. Uvođenje električne energije i automatizacija procesa promijenili su način na koji se obrađuje drvo, ali su također stvorili nove izazove u smislu sigurnosti na radu.

Danas, industrija obrade drva koristi raznovrsne strojeve kao što su tračne pile, kružne pile, glodalice, brusilice, CNC strojevi te mnogi drugi. Svaki od ovih strojeva donosi specifične rizike i zahtijeva posebne mjere zaštite na radu kako bi se osigurala sigurnost zaposlenika.

Među opasnostima s kojima se susreću radnici u drвноj industriji ističu se mehaničke opasnosti, prašina drveta, kemijske štetnosti, buka, opasnost od eksplozija i požara, tjelesni napor te nepovoljni mikroklimatski uvjeti. Ove opasnosti zahtijevaju stroge protokole sigurnosti, edukaciju radnika te upotrebu osobne zaštitne opreme kako bi se smanjila vjerojatnost ozljeda i bolesti uzrokovanih radom.

U narednim poglavljima, detaljno ćemo istražiti svaku od navedenih opasnosti i kako ih adekvatno upravljati kako bi se osigurala sigurnost i dobrobit radnika u drвноj industriji. Ovaj tekst ima za cilj podići svijest o važnosti zaštite na radu u ovoj industriji te pružiti informacije i smjernice za siguran i učinkovit rad pri rukovanju strojevima za obradu drva.

2. STROJEVI ZA OBRADU DRVETA

Drvena industrija, naziv za dvije industrijske djelatnosti: preradbu drva i proizvodnju namještaja. U državnoj klasifikaciji djelatnosti više se ne navodi kao pojam [1].

Preradba drva je industrijska djelatnost koja obuhvaća: a) proizvodnju piljene građe, željezničkih pragova, sječenoga drva i iverja, sušenje građe te impregnaciju drva; b) proizvodnju nesastavljenoga materijala za podove (parket, brodski pod i sl.), drvne vune i drvnoga brašna; c) proizvodnju furnira, šperploča, panel-ploča, ploča iverica i drugih panela i ploča; d) proizvodnju građevne stolarije (vrata, prozori, stubišta, ograde, grede, traverze, krovne konstrukcije), parkete u blokovima te proizvodnju montažnih kuća i elemenata; e) proizvodnju ambalaže od drva; f) proizvodnju ostalih proizvoda od drva (drške, dijelovi alata, metle, četke, vješalice, mrtvački kovčezi i sl.); g) proizvodnju predmeta od pluta, slame i pletarskoga materijala. Najveći su svjetski proizvođači piljene građe: SAD, Kina, Indija i Brazil (1997. god. 39,4% svjetske proizvodnje) a europski Ruska Federacija, Francuska, Turska i Njemačka (1995. god. 86,7% europske piljene građe bjelogoričnoga drveća). U proizvodnji iverica, šperploča i panel-ploča Sjeverna Amerika proizvodi kao Europa i Ruska Federacija zajedno [1].

Proizvodnja namještaja (posoblja, pokućstva) industrijska je djelatnost koja obuhvaća: a) proizvodnju stolaca i sjedala te dovršavanje proizvoda, npr. tapeciranje stolica i sjedala; b) proizvodnju namještaja za poslovne i prodajne prostore; c) proizvodnju kuhinjskoga namještaja i d) proizvodnju madraca. U proizvodnji namještaja najvažnijih europskih proizvođača – Italije, Njemačke, Francuske i Velike Britanije – u razdoblju od 1980. do 1997. Italija i Velika Britanija bilježe stalni rast a Francuska i Njemačka pad proizvodnje. Preradba drva i proizvodnja namještaja bitan su dio hrvatskoga gospodarstva. Svoj razvoj temelje na iskorištavanju domaće sirovine, a tradicionalno su izvozno usmjerene. S gospodarskog i socijalnog stajališta osobito su važna sljedeća obilježja: vrlo visok udio domaće sirovine u svim fazama preradbe; trajna izvozna usmjerenost s visokim deviznim-neto priljevom; dugoročna tendencija porasta potrošnje proizvoda svih faza preradbe u svijetu; široka disperzija poduzeća i profitnih centara u svim hrvatskim županijama; mogućnost visokog stupnja zapošljavanja u malim mjestima, gdje je to jedini izvor dohotka stanovnika, gdje nema infrastrukture, ostalih sirovina, stručnog osoblja i sl. kako bi se organizirala neka druga proizvodnja; razmjerno niska vrijednost ulaganja u pojedinačne proizvodne objekte; ekološki čiste industrijske djelatnosti. U bruto-domaćem proizvodu sudjeluje između 3 i 5%, a u izvozu oko 10% ukupnog izvoza zemlje [1].

2.1. Povijest zaštite na radu pri rukovanju strojevima za obradu drva

Prvi stroj za piljenje bila je tzv. venecijanska jarmača s jednim listom pile pogonjena snagom vodenoga toka. Prva jarmača današnjeg oblika razvijena je 1650. Parni stroj označio je prekretnicu u dotadašnjoj obradbi drva te su se oko 1770. pojavile pune jarmače pokretane parnim strojem. Kružne pile javile su se u XVII. st. u Nizozemskoj, a prvi je put takva pila patentirana u Engleskoj 1777. Blanjalice se rabe od 1790. Prva tračna pila konstruirana je 1808., a prvi je put primijenjena u pilani u Francuskoj 1885. Proizvodnja furnira se pretežno obavljala ručno sve do kraja XVIII. st., iako je prvi stroj za rezanje furnira (tzv. furnirski nož) konstruiran u Francuskoj 1856. U XX. st. (poslije 1970) u široj uporabi u pilanama javljaju se iverači. Niz godina provode se istraživanja mogućnosti razdvajanja masivnog drva bez odvajanja čestica, kako alatima s definiranom geometrijom oštrice tako i alternativnim načinima obradbe, npr. laserom, vodom i drugim medijima pod velikim tlakom te ultrazvukom. Do sada takve nove tehnologije nisu ušle u širu primjenu u piljenju drva, ali obradba laserom i vodenim mlazom pod visokim tlakom (engl. water jet) danas imaju primjenu u graviranju drva i specijalnim slučajevima rezanja tanjih elemenata (npr. u proizvodnji podnih obloga od drva). Razvoj strojeva s numeričkim upravljanjem (NC strojevi) od sredine XX. st., potom i strojeva s računalnim numeričkim upravljanjem (CNC strojevi), uvelike je olakšao i učinio profitabilnijom industrijsku proizvodnju u mnogim granama pa tako i u preradbi drva i proizvodnji namještaja. CNC strojevi se obično dijele na univerzalne i specijalizirane, a omogućuju visoku kvalitetu obradbe, preciznost, brz prelazak s jednoga proizvoda na drugi te često i velike uštede na ljudskim resursima. Najčešće su u primjeni CNC obradbeni centri koji osim uobičajene nadstolne glodalice mogu uključivati i niz drugih agregata za obradbu, kao što su pile, bušilice, brusilice i dr., te ovisno o broju upravljanih osi, u nekim slučajevima mogu omogućiti izradbu proizvoda u jednom stezanju [1].

Prva pilana pokretana mehaničkom snagom vodenoga toka na prostoru Hrvatske podignuta je u XV. st., a polovicom XIX. st. pojavile su se pilane sa strojevima za piljenje na parni pogon (→ pilanarstvo). U pilanama su se uglavnom rabile pile jarmače, a šira uporaba tračnih pila javila se nakon 1960. Prva tvornica strojeva za obradbu drva → Bratstvo utemeljena je u Zagrebu 1946. Proizvodila je vertikalne tračne pile trupčare, kružne pile za okrajčivanje, višelisne kružne pile, jednolisne kružne pile za poprečno i uzdužno piljenje, stolne tračne pile te strojeve za pripremu alata kao i transportnu opremu. Tvornica se uspješno razvijala i poslovala na području Jugoslavije, a nakon Domovinskoga rata znatno joj se smanjio opseg poslovanja. U razdoblju nakon II. svj. rata do Domovinskoga rata djelovale su i tvornice

strojeva pokrenute u sastavu Drvnog industrijskog poduzeća → Belišće 1951. te Drvno industrijskog poduzeća Đurđenovac (→ DIK Đurđenovac) 1961. Poduzeće Dinaco, koje se i danas bavi projektiranjem i proizvodnjom primarnih i sekundarnih pilanskih strojeva, transportne opreme i uređaja za pripremu i održavanje radnih alata osnovala su 1992. braća Ivan i Dragan Benički u Brezju kraj Svete Nedelje. Poduzeće → Kordun iz Karlovca, koje se bavi proizvodnjom svih vrsta strojnih pila, ručnih pila i glodala te pruža usluge servisa alata za obradbu drva, osnovano je 1947. Danas djeluje u sklopu Kordun grupe u koju je uključena i tvornica Bratstvo. Prva privatna radionica za oštrenje alata na prostoru Jugoslavije bio je obrt Vinski Juraj brušenje i popravak vidia alata, koji je 1964. u Karlovcu osnovao Juraj Vinski. Godine 1986. obrt je prvi u zemlji započeo proizvodnju alata s lemljenim pločicama za CNC strojeve za obradbu drva. Godine 1972. osnovan je obrt Servis alata AB u Svetoj Nedelji, iz kojega je proizašlo današnje poduzeće Juraj Mlinar i sinovi d. o. o. za proizvodnju alata za drvenu, metalnu, aluminijsku i PVC industriju [1].

3. VRSTE STROJEVA ZA RAD PRI OBRADI DRVETA

3.1. Tračna pila

Tračna pila (slika 1) ima vrlo uzak i tanak list spojenih krajeva, koji tvori beskonačnu vrpcu prebačenu i zategnutu preko pogonskoga kotača koji ju pogoni i natezanoga kotača koji ju napinje. Ta se pila izvodi isključivo kao stolna, služi za drvo, plastiku i metal (kovine), a rez može biti slobodna oblika. Za izrezivanje slobodnih oblika namijenjene su i stolna lučna pila, koja ima ravan, vrpčast list s krajevima upetima u luku koji se giba gore-dolje, te strojna ručna ubodna pila s jednostrano upetim listom slična gibanja. Ravne listove ima i pila jarmača za raspiljivanje trupaca [2].

Štitnici moraju biti tako namješteni da se donji rub štitnika nalazi neposredno iznad obratka koji se reže. Za vrijeme potiskivanja komada koji se obrađuju, ruke je potrebno držati izvan dohvata trake s prstima povijenim uz šaku. Tračne pila trebaju biti opremljene uređajima za kočenje koji zaustavljaju list pile u roku maksimalno deset sekundi [3]. Potrebno je postaviti upute za siguran rad na stroju te osobito napomenuti da rukovatelj prije početka rada provjeri napetost tračne pile. Tijekom piljenja potrebno je koristiti paralelni graničnik ukoliko je to moguće. Paralelni graničnik uvijek mora biti paralelan s trakom pile [4].



Slika 1. Tračna pila

Opasnosti pri radu s tračnom pilom:

- Opasnost od ispadanja trake s kotača, loma trake i zubaca i njihova odlijetanja,
- Opasnost od letećih čestica piljevine,
- Opasnost od neispravnih instalacija i previsokog napona dodira.

Tehničke mjere zaštite

Da bi se spriječile ozljede pri radu sa tračnom pilom, treba se pridržavati preventivnih mjera zaštite:

- List pile i kotači moraju biti potpuno zaštićeni oklopom (obično čvrstim metalom ogradom) osim dijela gdje je izrezana,
- Osigurač s vodicom mora biti postavljen neposredno iznad debla,
- Vodilice pakiranja moraju biti ispravno i dovoljno podešene,
- Zubi tračne pile moraju odgovarati kotačima,
- List pile mora biti pravilno zategnut kako ne bi pao s kotača,
- Zamijenite cijeli prsten na vrijeme ako se ošteti ili vam zubi otupe,
- Nakon pričvršćivanja trupca na kolica, provjerite je li trupac netaknut i siguran
- Otvor oko stroja uvijek mora biti dovoljno pokriven.

Uputa za rad na siguran način s tračnom pilom

- prije početka rada ispita da li je traka dovoljno napeta
- poslije izmjene trake stavi na mjesto zaštitne naprave
- regulira visinu pomične naprave
- za rezanje malih komada upotrebljava potiskivač
- ako za vrijeme rada nestane električne energije, najprije isključiti stroj, a zatim izvuče komad koji obrađuje
- za vrijeme rada pažljivo prati položaj ruku u odnosu na traku
- nakon isključenja dovoda energije pričekava da se traka potpuno zaustavi

3.2. Kružna pila

Kružna pila ima list oblikovan kao kružnu ploču s obodno smještenim zubima. Zubi se gibaju kružno (rotacijski), a rez je pravocrtan. Može biti ručna (slika 2) ili stolna (slika 3) različitih konstrukcija, namijenjena za rezanje drva, plastike, kovine, kamena. Kružne pile mogu biti radijalne (cirkulari) ili aksijalne (krunske). Kod radijalnih kružnih pila, alat za piljenje metalnih predmeta ne koriste se izvinuća (razvrćenja) zubaca, nego se ploča stanjuje prema sredini. Česta izvedba kružnih pila je s umetnutim zubima od kvalitetnijeg čelika ili tvrdih metala, što se najčešće koristi kod skupih listova pile velikih promjera [5].

Kružne pile mogu biti namijenjene za rad u hladnom i toplom stanju. Glavno gibanje izvodi pila, preko mehaničkog prijenosnika kojeg pokreće elektromotor. Pomoćno gibanje izvodi također pila i ono je pravocrtno, najčešće putem hidrauličnog pogona. Predmet obrade je stegnut u napravu i miruje za vrijeme piljenja [5].



Slika 2. Ručna kružna pila



Slika 3. Stolna kružna pila

Dobra praksa preporučuje označavanje opasnog područja drugom bojom (najbolje crvenom) na radnom stolu. To područje obuhvaća 300 mm obostrano u odnosu na lista pile. Rukovateljeve ruke ne bi smjele niti u jednom trenutku biti u tom opasnom području [6].

Ako kružnu pilu opslužuju u radu dva rukovatelja, pila mora sa zadnje strane imati izvedeno gljivasto tipkalo za brzo zaustavljanje. Radni stol trebao bi biti proširen tako da udaljenost između lista pile i stražnjeg ruba radnog stola iznosi najmanje 1200 mm, ako kružnu pilu opslužuju u radu dva rukovatelja [3]. U svrhu smanjenja rizika od slučajnog dodira list pile tijekom rada kružna pila treba biti opremljena uređajima za kočenje koji zaustavljaju list pile u maksimalno 10 sekundi [3].

Opasnosti pri radu s kružnom pilom

- Zahvaćanje prstiju ili šake radnika listom pile za vrijeme rezanja
- Zahvaćanje prstiju ili šake radnika listom pile ispod radnog stola
- Mogućnost ozljede od povratka komada za vrijeme obrade, ako nema zaštitnog klina
- Odlijetanje piljevine i sitnih komada u oko radnika
- Zapinjanje i krivo odvođenje radnog komada na radnom stroju ili na vodilici za vrijeme obrade
- Zaustavljanje lista pile rukom ili komadom drva

- Odlijetanje komadića lista pile uslijed loma
- Zahvaćanje okretnim dijelovima od automatskog prinošenja materijala samom listu pile
- Neispravan radni postupak
- Slučajno uključivanje stroja u rad
- Udar električne struje
- Spoticanje i pad radnika na list pile uslijed zakrčenosti i neurednosti

Tehničke mjere zaštite

Da bi se spriječile ozljede pri radu sa kružnom pilom, treba se pridržavati preventivnih

mjera zaštite:

- Cijeli list kružne pile iznad i ispod radnog stola mora biti prekriven zaštitnim pokrivačem s uređajem, osim izravno rezanog dijela,
- Zaštitna naprava lista kružne pile mora biti osigurana da se ne ošteti tijekom piljenja ne može se kretati duž ili okomito na list pile,
- Zaštitna naprava lista kružne pile mora biti podešena tako da se ne uvlači, vidljivost rezanja, ali najviše 5 mm iznad predmeta koji se obrađuje,
- Širina raspora u stolu kružne pile mora biti za 1-3 mm šira od širine zubaca lista pile,
- Pri rezanju malih komada, kada rukama dolazite u neposrednu blizinu lista pile, potrebno je koristiti potiskivače ili gurala. Uvijek koristite potiskivače kada se obrađuju komadi kraći od 30 cm i kada se režu zadnji 30 cm duži komada. Okidač mora biti dugačak najmanje 45 cm i imati "ptičja usta"
- Kada gurate radni komad, vaše ruke trebaju biti na vanjskoj strani drške oštrice, a palčevi na vrhu, moraju biti stisnuta u šaku,
- Držite svoj stol i radni prostor čistim i urednim prije početka rada. provjerava ispravnost električnih sustava, kablova i prekidača

3.3. Glodalice

Glodalice (slika 4) su strojevi za precizno rezanje i oblikovanje. Mogu se koristiti za stvaranje utora, kanala, reljefa i različitih oblika. Glodalice se dijele prema orijentaciji glavnog okretnog alata odnosno vretena na vertikalne i horizontalne. Prema veličini, glodalice se proizvode od tako malih da stanu na stol pa sve do veličine veće sobe, a upravljanje im može biti ručno ili automatski. Automatsko upravljanje može biti mehaničko ili digitalno uporabom računala (CNC - engl. Computer Numerical Control). Glavno gibanje je uvijek rotacijsko, dok je posmično gibanje pravocrtnog ili kružnog oblika i uvijek je okomito ili pod nekim kutom na os rotacije [7].



Slika 4. *Glodalica*

Opasnosti pri radu s glodalicom

- Klizanje ruke na glodalo pri obradi malih komada,
- Klizanje ruke na glodalo pri radu bez vodilice,
- Zahvaćanje odjeće i šake radnika,
- Odlijetanje glodala prema okolini glodalice,
- Vraćanje predmeta obrade prema radniku,
- Odlijetanje sitnih čestica,
- Zapinjanje predmeta obrade na radnom stolu,
- Posjekotine na glodalo u stanju mirovanja,
- Spoticanje i padovi u okolini glodalice,
- Udar električne struje.

Tehničke mjere zaštite

- Prije početka rada provjerite je li glodalo ispravno učvršćen i je li ima ugrađene sigurnosne naprave i naprave za držanje okruglih predmeta obrade
- Glodalica mora biti opremljena sigurnosnom napravom koja pokriva alat,
- Radni komad se ne smije držati rukom, već se mora učvrstiti držačem.
- Kod obrade malih komada preporuča se koristiti klizače,
- Kod obrade okruglih dijelova neophodna je upotreba strojeva za njihovo vođenje,
- Obavezna je uporaba uređaja protiv povratnog trzaja tijekom rada materijala koji su bili podvrgnuti reverznoj obradi (tzv češljevi),
- Radna površina stola mora se stalno čistiti od smole, stvrdnute prašine i hrđe,
- Obaveza skidanja kravata, nakita, šalova i drugih predmeta zahvaćen glodalom,
- Obavezno prije početka rada zategnuti radno odijelo

3.4. Brusilice

Brusilice (slika 5) se koriste za glađenje i poliranje drvenih površina. Različiti tipovi brusilica uključuju brusilice za trake, vibracijske brusilice i brusilice s rotirajućim diskom.



Slika 5. Brusilica

Opasnosti pri radu s brusilicom

1. Odljetanje čestica u okolni prostor,
2. Rasprsnuće brusnog kola koje se može dogoditi zbog:
 - a) postavljanja brusnog kola kojemu je najveći dopušteni broj okretaja manji od broja okretaja vretena brusilice,
 - b) neispravnog transporta ili montaže brusnog kola,
 - c) neispravnog rada s novim brusnim kolom,
 - d) uklještenje predmeta između brusnog kola i naslona,
 - e) neispravnog poravnanja i istrošenog brusnog kola,
 - f) vibracija (nastaju zbog nedovoljno učvršćene brusilice na podu, nedovoljno uravnoteženog brusnog kola ili nedovoljno učvršćenje kola na vreteno.),
3. Kod suhog brušenja postoji opasnost od stvaranja prašine.

Tehničke mjere zaštite

Da bi se osigurao siguran rad na brusilici treba primjenjivati sljedeće mjere zaštite na radu:

- Pomični i fiksni valjci na strojevima za cilindrično brušenje i brusnim trakama moraju biti zaštićeni od slučajnog kontakta cijelom svojom dužinom,
- Kod pločastih i drugih strojeva za brušenje, onaj dio brusne ploče i njegova okolina koji se ne pomiče upotrebe moraju biti zaštićeni oklopom, a radni stol mora biti što je moguće bliže pričvršćen na ploču za mljevenje,
- Kod rada s tračnim brusilicama brusite pogonske i vodeće kotače. Trake opremljene su sigurnosnim uređajem s integriranim mehaničkim odsisavanjem prašine,
- Kretanje radne površine mora biti mehanički osigurano od pada vodilice.

3.5. CNC strojevi za obradu drva

CNC strojevi (slika 6) (Computer Numerical Control) omogućuju automatiziranu i visoko preciznu obradu drva prema unaprijed programiranim uputama. Mogu izvoditi različite operacije poput rezanja, graviranja i bušenja.

Kod CNC obrade na otvorenom prostoru radnik može biti fizički u doticaju sa samim materijalom za obradu, no za vrijeme rada stroja mora se udaljiti na sigurnu udaljenost. Ispred radnog stola može se nalaziti tzv. „sigurnosni tepih“ osjetljiv na dodir koji onemogućava približavanje stroju ili dijelu stroja za vrijeme obrade. Neki strojevi koriste lasersku zraku koja onemogućava približavanje stroju ili dijelu stroja te ukoliko se ona za vrijeme rada stroja prekine, privremeno se zaustavlja rad stroja. Kod CNC obrade u zatvorenom prostoru radnik je fizički odvojen za vrijeme rada stroja, obično kliznim vratima s velikim prozorom. Isto tako zatvoren prostor bitno smanjuje količinu prašine oko stroja te razinu buke u stolarskoj radionici [8]. CNC strojevi sigurniji su nego primjerice blanjalice, glodalice, stolarske tračne pile, kružne pile prije svega jer rukovatelj nije toliko u doticaju sa samim materijalom za obradu, već nadgleda obradu određenog proizvoda ili elementa [8].



Slika 6. CNC stroj za obradu drva

Opasnosti pri radu s CNC strojevima pri obradi drva

- Oštri alat, te dolazi do mogućnosti posjekotina
- Otpuštanje materijala
- Prašina
- Programerska greška
- Opasnost od vibracije
- Opasnost od buke

Tehničke mjere zaštite

- Opremiti stroj s odgovarajućim zaštitnim poklopcima i ogradama kako bi spriječili pristup radnicima opasnim dijelovima stroja, poput glodala i svrdala.
- Instalirati senzore i alarme koji će detektirati nepravilnosti ili prekide u procesu rada i automatski zaustaviti stroj kako bi spriječili ozljede.
- Upotreba vakuumnog sustava za pričvršćivanje materijala na radni stol može smanjiti rizik od otpadanja materijala tijekom obrade.
- Postaviti sigurnosne prekidače i zaustavne gumbе na dostupnim mjestima kako bi se omogućilo brzo isključivanje stroja u hitnim situacijama.

- Koristiti CNC strojeve koji su opremljeni automatskim sustavima za izmjenu alata kako bi smanjili potrebu za ručnom zamjenom alata.
- Instalirati učinkovite sustave za sakupljanje prašine i ispušne plinove kako biste smanjili izloženost radnika štetnim česticama i kemikalijama.
- Pravilno održavanje stroja, uključujući redovitu provjeru i zamjenu alata, može osigurati ispravan rad i smanjiti rizik od kvara.
- Koristiti pouzdan CNC softver s funkcijama sigurnosti, uključujući provjeru programa prije izvođenja i mogućnost brze zaustavitve stroja.
- Održavajte redovitu obuku zaposlenika o sigurnosti pri radu s CNC strojevima. Osoblje treba biti svjesno opasnosti i znati kako reagirati u hitnim situacijama.
- Osigurati dobro osvjtljenje i učinkovitu ventilaciju u radnom prostoru kako bi se poboljšali uvjete rada i smanjili umor radnika.
- Stroj treba biti pravilno postavljen i niveliran kako bi se osigurala precizna obrada i izbjegli neželjeni vibracije i pomicanje.

3.6. Blanjalice

Blanjalice (slika 7) su strojevi za obradu drveta skidanjem strugotine pravocrtnim gibanjem alata prema izratku ili obratno. Blanjalice se dijele na ravnalice, debljače i višestране blanjalice.



Slika 7. *Blanjalica*

Opasnost pri radu s blanjalicom

- Zahvaćanja ruku i tijela radnika pokretnim i rotirajućim dijelovima stroja,
- Vraćanja ili odbacivanja predmeta obrade, letećih komada i čestica, padova predmeta i slično.

Tehničke mjere zaštite

Da bi se osigurao siguran rad na blanjalici treba primjenjivati sljedeće specifične mjere zaštite na radu:

- Prije početka rada provjerite jesu li svi dijelovi stroja ispravni i okretni, te dijelovi strojeva zaštićenih zaštitnim uređajima,
- Prije početka rada zakopčati rukave zaštitnog odijela ako “strše”, skinuti nakit, šal i drugi predmeti koji bi se mogli uhvatiti za dijelove stroja,
- Blanjalice moraju biti opremljeni zaštitom od povratnog udara
- Elementi sigurnosne naprave ne smiju imati širinu i međusobni razmak veći od 15 mm. ne smije biti veći od 0,5 mm i mora biti postavljen tako da se može pomicati samo u smislu predmeta,
- Zaštitni poklopci za blanju iznad osovine noževa moraju pokrivati ulazne osovine i izlazne valjke koji se mogu pomicati na sve strane,
- Nemojte prekoračiti maksimalnu brzinu naznačenu na alatima,
- Ne rezna površina radne osovine mora biti pokrivena odgovarajućom površinom s fiksnim uređajem,
- Vodicica obratka mora biti iz jednog komada, glatka i visoka.

3.6.1. Ravnalica

Ravnalica (slika 8) je stroj namijenjen ravnanju pojedinih površina obradaka radi daljnje obrade. Taj stroj ima radnu glavu s noževima u ravnini radne plohe.



Slika 8. Ravnalica

Opasnosti pri radu s ravnalicom

- Zahvaćanje prstiju i šake radnika noževima,
- Odlijetanje noža zbog nedovoljnog stezanja,
- Zanošenje ruke na noževe pri obradi malih komada ili kod rada na ravnalici bez vodilice,
- Povratni udar komada za vrijeme obrade,
- Odlijetanje čestica u oči radnika.

Tehničke mjere zaštite

- Opremit ravnalicu s poklopcem ili zaštitnom rešetkom kako bi spriječili pristup tim oštrim dijelovima tijekom rada.
- Moderne ravnalice često su opremljene sensorima koji mogu otkriti prisutnost ruke ili druge prepreke u blizini noževa. Ako se prepreka otkrije, uređaj se automatski isključuje ili se pokreće sigurnosni mehanizam kako bi se spriječile ozljede.

- Ako ravnalica koristi visoke temperature za rad, kao što je slučaj s termalnim ravnalicama, treba biti opremljena sustavima termičke zaštite. Ovi sustavi automatski reguliraju temperaturu i sprječavaju pregrijavanje, smanjujući rizik od požara ili opeklina.
- Ako je ravnalica električni uređaj, mora imati odgovarajuće električne komponente i zaštitu kako bi se spriječile električne opasnosti. Ovo uključuje osigurače, prekidače za brzo isključivanje i zaštitu od prenapona.
- U mnogim modernim ravnalicama mogu se programirati parametri rada, što omogućuje precizno i sigurno ravnanje materijala. Automatizacija također smanjuje potrebu za ručnim intervencijama i rizik od ozljeda.
- Ravnalica treba biti čvrsto postavljena i fiksirana kako bi se spriječilo pomicanje tijekom rada. Ovo osigurava precizno ravnanje i smanjuje rizik od nesreća.

3.6.2. Debljača

Debljača (slika 9) je stroj koji se koristi za obradu drva ili drugih materijala radi postizanja određene debljine. Ovaj stroj koristi oštrice ili noževe kako bi ravnomjerno smanjio debljinu materijala i stvorio glatku površinu. Debljače su često korištene u drvoprađivačkoj industriji i stolariji za pripremu drveta za različite građevinske ili dekorativne svrhe.



Slika 9. Debljača

Opasnosti pri radu s debljačom

- Polomljeni i otpali noževi s rezne glave,
- Povratni udar komada za vrijeme obrade,
- Opasnost od buke i vibracije, te prašine.

Tehničke mjere zaštite

- Kontrolirati ispravnost noževa,
- Kontrolirati ispravnost elemenata za sprječavanje povratnog udara,
- Omogućiti kretanje elemenata samo u smjeru kretanja obratka,
- Korištenje osobnih zaštitnih sredstava.
- Pravilno podešavanje brzine i dubine obrade

4. OPASNOSTI PRI RADU U DRVNOJ INDUSTRIJI

Rad u drvnoj industriji može biti opasan zbog različitih potencijalnih opasnosti. Evo nekoliko glavnih opasnosti koje radnici u drvnoj industriji moraju uzeti u obzir i na koje treba obratiti posebnu pažnju:

- **Ozljede od strojeva:** Upotreba strojeva za rezanje, debljanje, glodanje i sličnih uređaja često je sastavni dio drvne industrije. Radnici se izlažu ozljedama ako nepravilno koriste ili održavaju ove strojeve, ili ako ne koriste odgovarajuću osobnu zaštitnu opremu.
- **Ozljede ruku:** Često je potrebno ručno rukovati drvenim komadima, posebno tijekom procesa izrade namještaja ili pakiranja drva. Oštri rubovi, čavli ili nepravilno rukovanje materijalom mogu uzrokovati ozljede ruku.
- **Ozljede leđa:** Podizanje i premještanje teških drvenih komada može prouzročiti ozljede leđa i mišića. Važno je pravilno podizati i nositi teške predmete i koristiti pomoćne alate kad je to potrebno.
- **Prašina i ispuštanje čestica:** Rad s drvenim materijalom može stvarati prašinu i sitne čestice koje se oslobađaju u zrak. Udisanje ovih čestica može biti štetno za dišne puteve i zdravlje općenito.
- **Požari:** Drvo je zapaljiv materijal, stoga postoji rizik od požara u drvnoj industriji, posebno ako se koriste strojevi koji generiraju toplinu ili ako se koriste kemikalije.
- **Kemikalije:** U obradi drveta mogu se koristiti kemikalije kao što su ljepila, lakovi, boje i konzervansi. Nepravilno rukovanje ovim kemikalijama može izazvati ozljede kože, očiju i dišnih puteva.
- **Buka:** Strojevi za obradu drveta često su bučni, a produljeno izlaganje buci može uzrokovati oštećenje sluha. Radnici bi trebali koristiti zaštitu za sluh.
- **Rad na visini:** Radnici koji rade na građenju drvenih konstrukcija ili montaži na visini izloženi su riziku od pada. Trebaju koristiti sigurnosne pojaseve i opremu za sprječavanje pada.

4.1. Mehaničke opasnosti

U procesu prerade drva i izrade drvnih proizvoda značajan dio odnosi se na mehaničku obradu drva. Mehaničke opasnosti podrazumijevaju sve vrste opasnosti koje proizlaze iz mehaničkog djelovanja strojeva, uređaja i opreme (bilo da su u stanju mirovanja ili gibanja) te prostora i površina za rad i kretanje, a djeluju na sigurnost radnika, odnosno mogu uzrokovati ozljede na radu. Prilikom mehaničke obrade drvo mijenja svoj prvotni oblik i dimenzije, dok anatomski i kemijski građi ostaju nepromijenjeni [9].

Razni strojevi za obradu drva, poput rezkalica, glodalica, debljača i pile, mogu predstavljati ozbiljne opasnosti ako se ne koriste ispravno. Nepravilno postavljanje ili rukovanje ovim strojevima može dovesti do ozljeda ruku, ekstremiteta ili drugih ozljeda. Korištenje viličara, dizalica, transporterata i drugih sredstava za prijevoz drva može biti opasno ako se nepravilno koristi. Pad materijala, sudari i ozljede od mehanizama za podizanje mogu se dogoditi ako se ne pridržavate sigurnosnih smjernica

4.2. Prašina drveta

Učinak prašine na zdravlje ljudi ovisi o njezinom kemijskom sastavu, veličini i obliku čestica, a posebno o koncentraciji i duljini izloženosti. Dugogodišnja izloženost niskim koncentracijama drvene prašine može dovesti do kožnih bolesti i maligne bolesti gornjih dišnih putova. Na koži dolazi do pojave kontaktnih dermatitisa uslijed toksičnog ili alergijskog djelovanja čestica prašine. Krupnije čestice prašine zadržavaju se u gornjim dijelovima dišnog sustava te mogu izazvati alergijski rinitis (alergijska upala nosne sluznice) kao i maligne promjene na nosu i nosnoj šupljini. Sitnije čestice prodiru dublje u dišni sustav te mogu izazvati astmu, a prodor plijesni može dovesti do pojave ekstrinzičnih alergijskih reakcija. Europska unija je 1999. proglasila prašinu tvrdog drveta (hrast, bukva, itd.) kancerogenom na temelju klasifikacija Međunarodnog instituta za istraživanje karcinoma (International Agency for Research on Cancer - IARC) iz 1995. godine.

Mjere sigurnosti

- Korištenje zaštite za dišne puteve: Radnici bi trebali koristiti odgovarajuće maske ili respiratore kako bi zaštitili svoje dišne puteve od udisanja prašine drveta.

- Ventilacija: Dobra ventilacija radnog prostora može pomoći u smanjenju koncentracije prašine drveta u zraku. Upotreba sustava za ventilaciju i odvlaživanje zraka može biti korisna.
- Mokro rezanje i brušenje: Kada god je to moguće, radnici bi trebali koristiti metode mokrog rezanja i brušenja koje smanjuju emisiju prašine.
- Čišćenje i održavanje: Redovito čišćenje radnih prostora, strojeva i opreme može smanjiti nakupljanje prašine i održavati radno okruženje sigurnim.
- Obuka i svijest o sigurnosti: Radnici trebaju biti obučeni o rizicima povezanim s prašinom drveta i pridržavati se sigurnosnih smjernica. Također je važno promicati svijest o sigurnosti i poticati radnike da prijavljuju probleme vezane uz prašinu.

4.3. Kemijske štetnosti

Obrada drva može uključivati upotrebu različitih kemikalija koje se koriste za impregnaciju, bojanje, zaštitu od insekata i plijesni te druge svrhe. Ovisno o vrsti kemikalija i načinu njihove upotrebe, mogu postojati različite kemijske opasnosti koje treba uzeti u obzir. Evo nekoliko čestih kemijskih opasnosti pri obradi drva:

- Inhalacija kemikalija: Radnici koji rade s kemikalijama za impregnaciju ili bojenje drva mogu biti izloženi isparavanju štetnih tvari. Udisanje ovih para može uzrokovati iritaciju dišnih puteva, glavobolje, vrtoglavicu i, u težim slučajevima, ozbiljne zdravstvene probleme.
- Kontakt s kožom: Kemikalije za obradu drva mogu uzrokovati iritaciju ili oštećenje kože ako dođu u kontakt s njom. Ovo može uključivati crvenilo, svrbež, opekline i druge kožne reakcije.
- Kontakt s očima: Kemikalije koje se koriste u obradi drva mogu biti izuzetno iritantne za oči. Nepravilan rad ili slučajni kontakt s očima može uzrokovati ozbiljne ozljede oka, uključujući opekline i oštećenje vida.
- Oralna izloženost: Slučajno gutanje kemikalija može se dogoditi ako se ruke kontaminirane kemikalijama neoprezno diraju usta. To može dovesti do ozbiljnih problema s probavnim sustavom i općim zdravstvenim problemima.

- Toksičnost kemikalija: Neke kemikalije koje se koriste u obradi drva mogu biti vrlo toksične i kancerogene. Dugotrajna izloženost tim tvarima može povećati rizik od raznih bolesti, uključujući rak.
- Otpadne kemikalije: Pravilno zbrinjavanje otpadnih kemikalija iz procesa obrade drva izuzetno je važno. Nepravilno odlaganje ili skladištenje otpadnih kemikalija može imati ozbiljne ekološke posljedice.

Mjere sigurnosti

- Korištenje osobne zaštitne opreme: Radnici trebaju koristiti odgovarajuću osobnu zaštitnu opremu, uključujući rukavice, zaštitne naočale, maske za lice i zaštitnu odjeću kako bi se zaštitili od izloženosti kemikalijama.
- Dobro prozračivanje: Radni prostor treba biti dobro prozračen kako bi se smanjila koncentracija para i isparina kemikalija.
- Korištenje sigurnosnih uređaja: Strojevi i oprema koji dolaze u kontakt s kemikalijama trebaju biti opremljeni sigurnosnim uređajima kako bi se smanjio rizik od nesreća.
- Redovito održavanje opreme: Redovito održavanje strojeva i opreme koja dolazi u kontakt s kemikalijama važno je kako bi se osigurala njihova ispravnost i sigurnost.

4.4. Buka

Buka je vrlo glasni, čovjeku neugodni, čak i bolni zvuk. Osnovne značajke buke sadržane su u njezinoj jačini (intenzitetu), ali i u njezinoj kakvoći (dodatni šumovi), visini, trajanju, isprekidanosti ili kontinuiranosti. Stupanj smetanja ovisi o psihološkim čimbenicima (o vrsti zvučnih informacija, očekivanju ili nenadanosti i drugom). Svaka buka intenziteta većeg od 85 do 90 dB može nakon duge izloženosti uzrokovati trajna oštećenja sluha [10].

Radnici su i danas u drvnoj industriji, osobito pilani, često su izloženi buci koja prelazi maksimalno dopuštene granice od 85 dB(A).

Tehničke mjere zaštite

- zamjena bučnih komponenata strojevi manje bučnim

- konstruktivne promjene kao što su promjene brzine pojedinih dijelova, uravnoteženost pokretnih masa, usmjeravanje elemenata u gibanju u smjeru u kojem će stvarati manju buku, postavljanjem strojeva na elastične podloge
- održavanje strojeva, pri čemu se pravovremeno moraju zamijeniti oštećeni i dotrajali dijelovi
- izoliranje strojeva koji proizvode buku u zasebne prostorije
- postavljanje odgovarajućih zvučnih izolacija kao što su pregrade, zasloni i oklopi
- udaljšavanje čovjeka od izvora buke (djelovanje buke smanjuje s kvadratnom udaljšenosti) [10].

4.5. Opasnost od eksplozije i požara

Rizik od požara je visok u drvnoj industriji (slika 10). Glavni uzroci požara su neispravni električni sustavi, zapaljenje drvene prašine, neadekvatno skladištenje boja, lakova i otapala te pušenje u mjestima gdje je zabranjeno pušenje. Kako biste smanjili rizik od požara, održavajte električne sustave u dobrom stanju. Radni prostori moraju se redovito čistiti od drvene prašine i, ako se u njima nalaze strojevi je spojen na sustav za usisavanje prašine i mora se redovito čistiti i održavati.

Požarne opasnosti: Opasnost od požara raste sa svakim daljnjim stupnjem obrade, i to iz razloga što:

- drvo postaje sve usitnjenije, goriva površina sve veća, a mogućnost zapaljenja sve prisutnija,
- uporaba boja i lakova povećava već i onako znatno požarno opterećenje, a posebno utječe na mogućnost zapaljenja zbog oslobađanja lakozapaljivih para,
- raste broj mogućih izvora zapaljenja kao i gorivih oblika: u početku je bila samo čvrsta goriva tvar, zatim se javlja prašina i konačno tekuća zapaljiva tvar, odnosno pare zapaljivih tekućina [11].

Mogući izvori zapaljenja u pogonima za obradu su:

- neodgovarajući grijajući uređaji,

- neodgovarajući elektrouređaji i instalacije,
- neodgovarajući alati,
- statički elektricitet,
- samozapaljenje,
- pregrijavanje pojedinih strojeva,
- atmosfersko pražnjenje (grom),
- nehat (upotreba otvorene vatre, pušenje itd.) [11].

Mjere sigurnosti

1. Obuka i svijest o sigurnosti: Pravilna obuka radnika o opasnostima od požara i eksplozija ključna je komponenta sigurnosti. Radnici bi trebali biti educirani o pravilnom rukovanju opremom, kemikalijama, električnom opremom i postupcima evakuacije u slučaju požara. Svijest o sigurnosti treba biti kontinuirana i trebala bi biti promovirana kao prioritet na radnom mjestu.
2. Protupožarni sustavi: Instalacija i redovito održavanje protupožarnih sustava ključno je za brzu detekciju i suzbijanje požara. Ovo uključuje vatrogasne aparate, sprinklere, detektore dima i sustave za gašenje požara. Redovito testiranje i provjera ovih sustava jamče njihovu učinkovitost.
3. Kontrola prašine: Prašina drveta može biti izuzetno zapaljiva i predstavljati rizik od eksplozija. Stoga je važno redovito čistiti radne prostore i sustave za odstranjivanje prašine kako bi se spriječila nakupina prašine.
4. Pravilno skladištenje kemikalija: Kemikalije koje se koriste u drvenoj industriji, poput impregnacijskih sredstava ili boja, trebaju se skladištiti u sigurnim spremnicima na udaljenim i odgovarajućim mjestima. Etiketiranje kemikalija i pridržavanje sigurnosnih smjernica važno je za sprječavanje curenja ili nepravilnog rukovanja.
5. Električna sigurnost: Električna oprema u drvenoj industriji treba biti redovito održavana, a kvarovi ili oštećenja trebaju se odmah prijaviti i popraviti. Električni sustavi trebaju biti projektirani kako bi se spriječile električne greške koje mogu uzrokovati požar.



Slika 10. *Požar u drvnoj industriji*

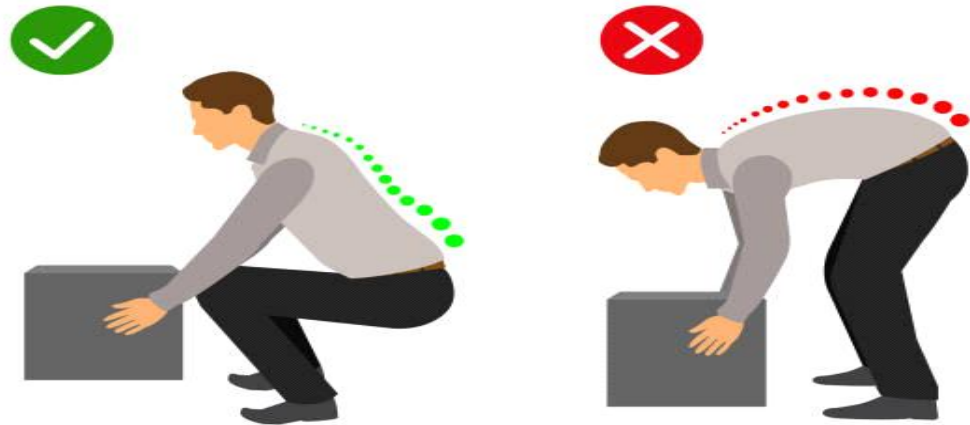
4.6. Tjelesni napor

Tjelesni napor kod obrade drva može biti značajan, budući da se često radi o fizički zahtjevnim zadacima koji zahtijevaju snagu, izdržljivost i pažnju na ergonomiju. Ovisno o vrsti posla u drvnoj industriji, tjelesni napor može varirati. Evo nekoliko primjera tjelesnog napora koji se često susreću pri obradi drva:

- Podizanje i premještanje teških predmeta: Radnici često moraju podizati i premješati teške drvene ploče, daske ili druge predmete. Ovo može dovesti do napora na leđima, mišićima i zglobovima, posebno ako se ne koristi ispravna tehnika podizanja.
- Ručno rezanje i obrada drva: Ako se koriste ručni alati poput pila, dlijeta ili čekića za obradu drva, to može zahtijevati fizičku snagu i preciznost.
- Rad na visini: Rad na visini, kao što je montaža drvenih konstrukcija ili krovovišta, zahtijeva dobru ravnotežu i snagu za održavanje stabilnosti i sigurnosti na visini.
- Rad s ručnim alatima: Korištenje električnih ili pneumatskih alata za rezanje, brušenje, bušenje i hoblanje drva može zahtijevati fizičku snagu i preciznost.
- Rad s teškom mehanizacijom: Operateri teških strojeva za obradu drveta, kao što su debljače ili glodalice, također su izloženi fizičkom naporu prilikom rukovanja i upravljanja ovim strojevima.

Mjere sigurnosti

- Koristiti pravilnu tehniku podizanja (slika 11) : Radnici bi trebali biti obučeni kako pravilno dizati teške predmete i koristiti pomagala poput viličara ili rukavica kako bi smanjili stres na tijelu.



Slika 11. *Pravilno podizanje*

- Upotrebljavati ergonomski dizajniranu opremu: Korištenje alata i opreme koji su ergonomski dizajnirani može smanjiti napor na mišićima i zglobovima te olakšati radnicima izvedbu svojih zadataka.
- Pauze i odmor: Redoviti odmori i pauze tijekom radnog dana mogu pomoći radnicima da se oporave od fizičkog napora i smanje rizik od ozljeda.
- Fizička priprema: Radnici koji su fizički spremni i održavaju kondiciju imaju veću otpornost na napore i manje su podložni ozljedama.
- Pravilna obuća i odjeća: Nošenje odgovarajuće obuće i odjeće može pomoći u smanjenju rizika od ozljeda i nelagode.
- Automatizacija i mehanizacija: Gdje je to moguće, automatizacija i mehanizacija procesa obrade drveta mogu smanjiti potrebu za tjelesnim naporom i povećati produktivnost.

4.7. Nepovoljni mikroklimatski uvjeti

U drvnoj industriji, kao i u mnogim drugim industrijskim okruženjima, može doći do nepovoljnih mikroklimatskih uvjeta koji mogu utjecati na udobnost, zdravlje i produktivnost radnika. Nepovoljni mikroklimatski uvjeti u drvnoj industriji često proizlaze iz prirode poslova i okoline u kojoj se obavlja obrada drva. Evo nekoliko čestih nepovoljnih mikroklimatskih uvjeta u drvnoj industriji:

- Visoke temperature: Radnici u drvnoj industriji, posebno oni koji rade na otvorenom ili u proizvodnim halama s ograničenom ventilacijom, često su izloženi visokim temperaturama, što može uzrokovati pregrijavanje i toplinske stresove.
- Niske temperature: Radnici koji rade na otvorenom ili u hladnim skladištima mogu biti izloženi niskim temperaturama, što može dovesti do hipotermije i smrzavanja.
- Visoka vlažnost: Visoka vlažnost zraka može povećati osjećaj topline i nelagodu. Također može potencijalno uzrokovati probleme s kondenzacijom na površinama i opremi.
- Niska vlažnost: Niska vlažnost zraka može uzrokovati sušenje kože, iritaciju dišnih puteva i opću nelagodu.
- Prašina: Radnici u drvnoj industriji često su izloženi prašini drveta, što može utjecati na kvalitetu zraka i uzrokovati respiratorne probleme.
- Izloženost kemikalijama: Upotreba kemikalija za obradu drveta može uzrokovati štetne učinke na zdravlje radnika, uključujući iritaciju kože i dišnih puteva.
- Buka: Strojevi za obradu drveta i druge industrijske opreme često stvaraju buku koja može uzrokovati stres, oštećenje sluha i druge probleme sa zdravljem.
- Rad na visini: Radnici koji rade na visini suočavaju se s posebnim izazovima, uključujući vjetar, promjene temperature i potencijalni padovi.

Mjere sigurnosti

- Ventilacija: Osiguravanje dobre ventilacije u radnim prostorima kako bi se smanjila vrućina, visoka vlažnost i koncentracija prašine.
- Klimatizacija: Upotreba klimatizacijskih sustava za održavanje ugodnih temperatura u radnim prostorima.
- Zaštita od sunca i hladnoće: Osiguravanje odgovarajuće zaštite od sunca, hladnoće i vjetra za radnike koji rade na otvorenom.
- Osobna zaštitna oprema: Radnici bi trebali nositi odgovarajuću osobnu zaštitnu opremu, uključujući odjeću koja pruža zaštitu od ekstremnih uvjeta.
- Obuka: Radnici trebaju biti educirani o prepoznavanju i upravljanju rizicima povezanim s mikroklimatskim uvjetima te o pravilima zaštite od tih uvjeta.
- Redoviti odmori: Radnicima treba osigurati redovite odmore kako bi se oporavili od izloženosti nepovoljnim uvjetima.
- Kontrola kemikalija: Pravilna uporaba i skladištenje kemikalija te korištenje odgovarajuće zaštite (rukavice, maske) mogu smanjiti izloženost radnika štetnim tvarima.

5. PRIMJERI ZAŠTITE NA RADU U DRVNOJ INDUSTRIJI

Osnovna pravila zaštite na radu - pravila kojima se smanjuje ili uklanja opasnost na sredstvima rada, odnosno samim radnim procesima.

Zahtjevi kojima mora udovoljavati sredstvo rada (stroj) kada je u uporabi:

- opskrbljenosti sredstava rada zaštitnim napravama,
- osiguranja od udara električne struje,
- sprečavanje nastanka požara i eksplozije,
- osiguranja stabilnosti objekata u odnosu na statička i dinamička opterećenja,
- osiguranja potrebne radne površine i radnog prostora,
- osiguranja potrebnih puteva za prolaz, prijevoz i za evakuaciju zaposlenika,
- osiguranja čistoće, potrebne temperature i vlažnosti zraka,
- ograničenja brzine kretanja zraka,
- osiguranje potrebne rasvjete mjesta rada i radnog okoliša,
- ograničenja buke i vibracije u radnom okolišu,
- osiguranja od štetnih atmosferskih i klimatskih utjecaja,
- osiguranja od djelovanja za zdravlje štetnih tvari i zaštita od elektromagnetskih i drugih zračenja te,
- osiguranja prostorija i uređaja za osobnu higijenu [12].

5.1. Posebna pravila zaštite na radu

Ako se osnovnim pravilima zaštite na radu ne mogu ukloniti opasnosti za sigurnost i zdravlje zaposlenika onda se primjenjuju posebna pravila zaštite na radu - pravila koja se primjenjuju na zaposlenike i način obavljanja radnog postupka. Ona sadrže uvjete glede dobi života, spola, stručne spreme i osposobljenosti, zdravstvenog stanja, duševnih i tjelesnih sposobnosti, koje moraju ispunjavati zaposlenici pri obavljanju poslova s posebnim uvjetima rada.

Posebna pravila zaštite na radu :

- obvezu i načine uporabe odgovarajuće osobne zaštitne opreme,
- posebne postupke pri uporabi opasnih radnih tvari.
- obvezu postavljanja znakova upozorenja na određene opasnosti i štetnosti,
- obvezu osiguranja napitaka pri obavljanju određenih poslova,
- način na koji se moraju izvoditi određeni poslovi ili radni postupci, a posebno glede trajanja posla, jednoličnog rada i rada po učinku,
- postupak s unesrećenim ili oboljelim zaposlenikom do upućivanja na liječenje nadležnoj zdravstvenoj ustanovi [12].

6. OSOBNA ZAŠTITNA SREDSTVA

Poslodavci i njihovi ovlaštenici moraju biti osposobljeni za zaštitu na radu ako postoje opasnosti od ozljeda i profesionalnih bolesti zbog poremećaja u tehnološkom procesu. Svi radnici moraju biti osposobljeni za rad na siguran način rad bez ugrožavanja vlastitog života i zdravlja, te života i zdravlja drugih radnika. Radnici koji nisu osposobljeni za rad na siguran način mogu raditi samo pod nadzorom. Visok stupanj sigurnosti na radu postiže se uklanjanjem štetnih mehaničkih, fizičkih, kemijskih, bioloških, psiholoških i drugih utjecaja koji tijekom rada mogu djelovati na organizam radnika i biti posredni i neposredni čimbenici koji dovode do nezgoda na radu. Uklanjanjem navedenih nepovoljnih utjecaja ostvaruju se sigurni uvjeti rada [13].

U sustavu mjera zaštite na radu obrazovanje za stručan i siguran rad ima poseban

značaj. Obrazovanjem za stručan i siguran rad postiže se kako si radnik što sigurnije obavio zadatak koji mu nalaže, te kako bi proširio svoje znanje i vještine. Kako bi se radni mogao ponašati na način koji ga osigurava od opasnosti on mora poznavati te opasnosti kao i načine postupke koji ga mogu zaštititi od određene opasnosti.

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

1. prije početka rada (samostalnog)
2. prije promjene u procesu rada
3. prije prelaska na drugo radno mjesto [13].

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

Osobna zaštitna sredstva predstavljaju osobnu zaštitnu opremu koja se daje na korištenje osobama izloženim za vrijeme rada određenim opasnostima koje se drugim mjerama ne mogu otkloniti. U ovom slučaju u primjeni su posebna pravila zaštite na radu jer opasnost na radnom mjestu nije bilo moguće otkloniti primjenom osnovnih pravila zaštite na radu [14].

Osobna zaštitna sredstva dijelimo na :

1. Sredstva za zaštitu glave, na primjer kaciga (slika 12) koja štiti glavu od padajućih predmeta.



Slika 12. *Kaciga*

2. Sredstva za zaštitu očiju i lica, poput zaštitnih naočala (slika 13), služe za zaštitu od ulijetanja čestica i strugotina u oči te za zaštitu očiju od prašine i piljevine.



Slika 13. *Zaštitne naočale*

3. Sredstva za zaštitu sluha u koja spadaju vata, čepići i zaštitne slušalice (slika 14) se daju na korištenje osobama izloženim za vrijeme rada povećanoj buci koja se drugim mjerama ne može spriječiti. Zaštitna sredstva smanjuju razinu buke u sljedećim vrijednostima :
 - Zaštitna vata za 20-25 dB,
 - Ušni čepići za 25-30 dB,
 - Ušni štitnici za 30-40 dB,

- Zaštitne kape i kacige preko 40 dB.



Slika 14. Sredstva za zaštitu sluha

4. Sredstva za zaštitu dišnih organa (slika 15) služe kako bi se zaštitili dišni organi od štetnih čestica, prašina i plinova koji se vrlo lako mogu udahnuti i na taj način doprijeti do pluća i uzrokovati oštećenja tkiva. U ova sredstva spadaju respirator, cijevna maska s kisikom i zaštitna plinska maska.



Slika 15. Sredstva za zaštitu dišnih organa

5. Sredstva za zaštitu ruku štite ruke od hladnoće i topline, električne energije, mehaničkih opasnosti, štetnog djelovanja kiselina i slično. Za zaštitu se koriste rukavice (slika 16).



Slika 16. Zaštitne rukavice

6. Sredstva za zaštitu nogu štite noge od padajućih predmeta (cipele sa čeličnom kopicom), zaštitu od štetnog toplinskog djelovanja (npr. cipele sa drvenim đonom) (slika 17).



Slika 17. Sredstva za zaštitu nogu

7. Sredstva za zaštitu tijela u koja spadaju zaštitna kuta, kombinezoni (slika 18) i slično služe kao zaštita od prašina i prljanja.



Slika 18. Sredstva za zaštitu tijela

7. ZAKLJUČAK

Zaključno, rad na strojevima za obradu drva predstavlja važnu i neizostavnu granu industrije koja ima dugu povijest razvoja. Kroz desetljeća su se pojavili brojni strojevi i tehnologije koje su omogućile učinkovitiju i precizniju obradu drva, što je doprinijelo rastu drvne industrije diljem svijeta. Međutim, ovaj se sektor suočava s brojnim izazovima u smislu sigurnosti i zaštite na radu, te je od ključne važnosti prepoznati i upravljati tim opasnostima kako bi se osigurala dobrobit radnika.

Povijest zaštite na radu pri rukovanju strojevima za obradu drva pokazuje da su se mjere sigurnosti razvijale paralelno s razvojem tehnologije. Počeci su bili obilježeni primitivnim alatima i opasnostima koje su nosili, dok su moderni strojevi i automatizacija promijenili dinamiku rada, ali i donijeli nove rizike. Edukacija radnika i implementacija stroge regulative igraju ključnu ulogu u minimiziranju rizika i zaštiti zaposlenika. Različite vrste strojeva za obradu drva, kao što su tračne pile, kružne pile, glodalice, brusilice, CNC strojevi i blanjalice, zahtijevaju specifične mjere opreza i upotrebu osobne zaštitne opreme. Svaki od tih strojeva donosi svoje vlastite izazove, od mehaničkih opasnosti do izloženosti prašini, buci i kemikalijama. Važno je da se radnici obuče za siguran rad s ovim strojevima te da se pridržavaju sigurnosnih smjernica. Opasnosti u drvnoj industriji ne završavaju samo na strojevima; tu su i problemi s bukom, eksplozijama, požarima, tjelesnim naporom i nepovoljnim mikroklimatskim uvjetima. Sve te opasnosti zahtijevaju pažljivo planiranje i upravljanje, kako bi se osiguralo da radnici budu zaštićeni na radnom mjestu.

U konačnici, sigurnost na radu u drvnoj industriji nije opcija, već apsolutna nužnost. S adekvatnim obukama, pravilnim protokolima sigurnosti i kontinuiranim nadzorom, moguće je stvoriti okruženje u kojem će radnici moći raditi produktivno i sigurno. Ova industrija će i dalje evoluirati, ali sigurnost na radu mora ostati njenim temeljnim stupom kako bi se osigurala očuvanje života i dobrobit radnika u njoj.

8. LITERATURA

- [1] Tehnika.Izmk.hr/strojevi za obradu drva (pristupljeno 3.9.2023)
- [2] Tračna pila - https://hr.wikipedia.org/wiki/Tra%C4%8Dna_pila (pristupljeno 7.9.2023.)
- [3] Health and Safety Executive - Circular saw benches - Safe working practices - <https://www.hse.gov.uk/pubns/wis16.pdf> (pristupljeno 7.9.2023.)
- [4] Health and Safety Executive – Narrow band saws: Safe working practices - <https://www.hse.gov.uk/pubns/wis31.pdf> (pristupljeno 7.9.2023.)
- [5] https://hr.wikipedia.org/wiki/Kru%C5%BEna_pila (pristupljeno 8.9.2023.)
- [6] Health and Safety Executive - Safe use of manually operated cross-cut sawing machines - <https://www.hse.gov.uk/pubns/wis36.pdf> (pristupljeno 8.9.2023.)
- [7] Glodalica- <https://hr.wikipedia.org/wiki/Glodalica> (pristupljeno 8.9.2023.)
- [8] „Osnove CNC tehnike u proizvodnom procesu obrade drva“
- [9] Beljo Lučić R. i sur.: „Optimiranje energijskih i ergonomskih čimbenika mehaničke obrade drva“
- [10] Buka - <https://preventa.hr/zastita-na-radu-upit/buka-na-radu> (pristupljeno 9.9.2023.)
- [11] Požarne opasnosti u pojedinim industrijskim granama - <https://hrcak.srce.hr/file/247299> (pristupljeno 10.9.2023.)
- [12] Pravila zaštite na radu - https://hr.wikipedia.org/wiki/Pravila_za%C5%A1tite_na_radu , (pristupljeno 20.8.2023)
- [13] Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18).
- [14] Osobna zaštitna sredstva- <https://zastitanaradu.com.hr/novosti/Osobna-zastitna-sredstva-10>(pristupljeno 20.8.2023.)

9. POPIS SLIKA

Slika 1. Tračna pila

Slika 2. Ručna kružna pila

Slika 3. Stolna kružna pila

Slika 4. Glodalica

Slika 5. Brusilica

Slika 6. CNC strojevi za obradu drva

Slika 7. Banjalica

Slika 8. Ravnalica

Slika 9. Debljača

Slika 10. Požar u drvnoj industriji

Slika 11. Pravilno držanje

Slika 12. Kaciga

Slika 13. Zaštitne naočale

Slika 14. Sredstva za zaštitu sluha

Slika 15. Sredstva za zaštitu dišnih organa

Slika 16. Zaštitne rukavice

Slika 17. Sredstva za zaštitu nogu

Slika 18. Sredstva za zaštitu tijela