

# Rad sa strojevima i uređajima s povećanim opasnostima - tokarilica ili glodalica "Elcon Garaetebau d.o.o."

---

Šimić, Marinko

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **The Polytechnic of Rijeka / Veleučilište u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:125:718780>

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

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



Repository / Repozitorij:

[Polytechnic of Rijeka Digital Repository - DR PolyRi](#)



**VELEUČILIŠTE U RIJECI**

Marinko Šimić

**RAD SA STROJEVIMA I UREĐAJIMA S POVEĆANIM  
OPASNOSTIMA - TOKARILICA ILI GLODALICA**

*„ELCON GARATEBAU“ d.o.o.*

(završni rad)

Rijeka, 2021.



# **VELEUČILIŠTE U RIJECI**

Odjel sigurnosti na radu  
Stručni studij Sigurnost na radu

## **RAD SA STROJEVIMA I UREĐAJIMA S POVEĆANIM OPASNOSTIMA - TOKARILICA ILI GLODALICA**

*„ ELCON GARAETEBAU d.o.o.“*

(završni rad)

MENTOR:

Doc.sc. Marko Kršulja, predavač

STUDENT:

Marinko Šimić

MBS: 2426000041/17

Rijeka, srpanj 2021.

**VELEUČILIŠTE U RIJECI**

**Odjel sigurnosti na radu**

**Rijeka, 15.03.2021.**

**ZADATAK**  
**za završni rad**

**Pristupniku:** Marinku Šimiću

**MBS:** 2426000041/17

**Studentu preddiplomskog stručnog studija Sigurnost na radu, izdaje se zadatak za završni rad – tema završnog rada pod nazivom:**

**RAD SA STROJEVIMA I UREĐAJIMA S POVEĆANIM OPASNOSTIMA - TOKARILICA  
ILI GLODALICA,, ELCON GARAETEBAU d.o.o.“**

**Sadržaj zadatka:** U radu je potrebno opisati i skicirati proizvod, način njegove obrade, opisati mehanička i kemijska svojstva materijala te skicirati poziciju strojeva u hali. Analizirati razinu sigurnosti u predmetom poduzeću.

Rad obraditi sukladno odredbama Pravilnika o završnom radu Veleučilišta u Rijeci .

**Zadano: 15.03.2021.**

**Predati do: 15.09.2021.**

**Mentor:**



Doc. dr. sc. Marko Kršulja

**Pročelnica odjela:**



Erika Gržin, v. pred.

**Zadatak primio dana: 15.03.2021.**



Marinko Šimić

Dostavlja se:

-mentoru

-pristupniku

## IZJAVA

Izjavljujem da sam završni rad pod naslovom: **RAD SA STROJEVIMA I UREĐAJIMA S POVEĆANIM OPASNOSTIMA - TOKARILICA ILI GLODALICA** „ELCON GARAETEBAU d.o.o.“. Izradio samostalno pod nadzorom i uz stručnu pomoć mentora doc.sc. Marko Kršulja.

**Ime i prezime:**



Marinko Šimić

## SAŽETAK

U ovom radu ispituje se sigurnost radnih obradnih strojeva u odabranoj tvrtki. Hipoteza je bila utvrditi dali se u tvrtki koriste odnosno provode Zakoni zaštite na radu. Ciljevi istraživanja su bili ispitati radni okoliš, ukazati na opasnosti za sluh radnika, ukazati na opasnosti za vid radnika, predložiti mjere za poboljšanje uvjeta rada radnika, ispitivanje politike zdravstvenog pregleda u tvrtki, ukazati na važnost primjene zaštite na radu prilikom izvođenja poslova s povećanom opasnošću. Problem koji se ispitivao je bio otkriti štetne čimbenike koji mogu dovesti do ozljede ili težeg oštećenja. Metode koje su korištene su bile metoda mjerenja, metoda promatranja, eksperimentalna metoda, matematička metoda, metoda analize, metoda sinteze, metoda deskripcije i inženjerska metoda. U istraživanju je ustanovljeno da tvrtka ima sve tražene i potrebne propise te radi u skladu sa propisanim zakonima RH. Dane su smjernice za bolje tumačenje i unaprjeđenje nekih sigurnosnih propisa.

**Ključne riječi:** buka, zaštita na radu, ispitivanje radnog okoliša, rad sa strojevima, CNC strojevi

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Hipoteza</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Predmet istraživanja</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3. Problem istraživanja</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4. Ciljevi</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5. Metode znanstvenog istraživanja</b> .....	<b>3</b>
<b>1.6. Struktura rada</b> .....	<b>4</b>
<b>2. ZAŠTITA NA RADU</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1. Buka</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2. Rasvjeta</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3. Mikroklima</b> .....	<b>7</b>
<b>3. OPIS RADNOG ZADATKA NA STROJU</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1. Općenito</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2. Obrada</b> .....	<b>11</b>
<b>4. RADNI OKOLIŠ</b> .....	<b>14</b>
<b>4.1. Ispitivanje parametara</b> .....	<b>14</b>
4.1.1. Mjerni instrumenti .....	17
<b>4.2. Rezultati ispitivanja radnog okoliša</b> .....	<b>18</b>
4.2.1. Rezultati ispitivanja buke .....	19
4.2.2. Rezultati ispitivanja rasvjete .....	20
4.2.3. Rezultati ispitivanja mikroklime .....	20
<b>4.3. Analiza rezultata</b> .....	<b>21</b>
4.3.1. Analiza parametara buke .....	21
4.3.2. Analiza parametara rasvjete .....	22
4.3.3. Analizamikroklime .....	23
<b>5. MATERIJAL</b> .....	<b>24</b>
<b>5.1. Čelik</b> .....	<b>24</b>
<b>5.2. Aluminij</b> .....	<b>26</b>
<b>5.3. Plastika</b> .....	<b>28</b>



<b>6. SIGURNOST STROJA .....</b>	<b>31</b>
<b>6.1. Zaštitne naprave i uređaji.....</b>	<b>32</b>
<b>6.2. Održavanje i servisiranje.....</b>	<b>33</b>
<b>7. KARAKTERISTIKE CNC STROJEVA.....</b>	<b>34</b>
<b>8. NAPORI.....</b>	<b>35</b>
<b>8.1. Statodinamički napori.....</b>	<b>35</b>
<b>8.2. Psihofiziološki napori .....</b>	<b>37</b>
<b>9. OPASNOSTI NA RADNOM MJESTU .....</b>	<b>39</b>
<b>9.1. Mehaničke opasnosti .....</b>	<b>40</b>
<b>9.2. Opasnosti od padova.....</b>	<b>41</b>
<b>9.3. Fizikalne štetnosti .....</b>	<b>42</b>
<b>10. POZICIJA STROJEVA U HALI I LOKACIJA FIRME.....</b>	<b>43</b>
<b>10.1. Pozicija stroja u hali.....</b>	<b>43</b>
<b>10.2. Lokacija tvrtke.....</b>	<b>45</b>
<b>11. RASPRAVA I KRITIČKO MIŠLJENJE .....</b>	<b>47</b>
<b>12. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>48</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>50</b>
<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>51</b>
<b>POPIS TABLICA .....</b>	<b>52</b>

# 1. UVOD

U ovome radu je prikazano ispitivanje radnog okoliša u tvrtki „ElconGareatebau d.o.o.“ sukladno Zakonu o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14 i 154/14) te Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN br. 46/08). Zadaci završnog rada opisati posao i način obavljanja toga posla te utvrditi i opisati opasnosti, napore i štetnosti pri izvođenju radova, prikazati mjere zaštite na radu pri njihovom izvođenju kroz primjenu osnovnih i posebna pravila, te predložiti mjere za poboljšanje zaštite radnika pri izvođenju tih poslova.

## 1.1. Hipoteza

Hipoteza se temelji na pretpostavci da se u tvrtki provodi Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14 i 154/14), te Pravilniku o ispitivanju radnog okoliša te strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (NN br. 114/02, 131/02 i 126/03), u radu je korišten i Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN br. 46/08).

## 1.2. Predmet istraživanja

Predmet završnog rada je ispitivanje fizičkih opasnosti čiji se utjecaj odražava na zdravlje radnika tijekom ispitivanja radne okoline u tvrtkama "ElconGareatebaudoo", u skladu s Pravilnikom o ispitivanju radne okoline strojeva i uređaja s povećanim opasnostima NN br. 114/02, 131/02 i 126/03). Nadalje, Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14 i 154/14) propisuje uvjete koje poslodavac mora ispitati u radnom okruženju. U slučaju da rezultati ispitivanja nisu u skladu s propisima, predlažu se tehničke ili organizacijske mjere za poboljšanje stanja, ako su rezultati ispitivanja u skladu s tim, to daje znanje da se postojeće stanje mora održavati na odgovarajućoj potrebnoj razini. Mjerenje se vrši pomoću univerzalnog zvučnika Norsonic 140, a dobiveni rezultati uspoređuju se s rezultatima propisanim Pravilnikom o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08). Ovim se postupcima nastoji otkriti i eliminirati rizik koji u određenim okolnostima može prouzročiti ozljedu, nesreću, profesionalnu bolest ili drugu bolest povezanu s radom. Unatoč svim naporima za

uklanjanje rizika, u velikom broju slučajeva nije moguće ukloniti sve rizike s kojima se radnik susreće na radnom mjestu, ali zato je potrebna svijest o najnižoj mogućoj razini.

### **1.3. Problem istraživanja**

Radni okoliš ima štetan utjecaj na radnikovo zdravlje te njegov učinak pri radu može dovesti do trajne ozlijede ili do gubitka sluha. Raznovrsni strojevi pri različitim frekvencijama i radnim zadacima ponekad neprimjetno uzrokuju oštećenja sluha zbog raznolikosti zvučnih tlakova koji se proizvode a teško su mjerljivi. Zbog velike povezanosti radne okoline i radne sposobnosti potrebno je držati radnu okolinu što prikladnijom i pogodnijom za bolji rad. Da bi se to učinilo važno je ponavljati osnove o buci i uočiti mogući rizik proizvodnje visokih razina zvučnoga tlaka. Rezultat takvih utjecajakoji djeluju na čovjeka mogu biti fizičke, ali i psihičke prirode. Fizički utjecaji mogu biti nepravilan položaj tijela, nošenje velikog tereta i dr. ali i ometanje prilikom kretanja nesvjesno reagiranje tijela na zvučne podražaje, lošu rasvjetu i slično. A psihički utjecaji dakle brže kucanje srca, dovodi do uzrujanosti tj. povišenog krvnog tlaka što dovodi do osjećaja napetosti, tjeskobe a rezultiralošim odnosom sa kolegama te poslodavcem i dr.

Rad sa strojevima je opasan ako se ne držimo propisanih načela i propisa jer lako može doći do ozlijede i nezgode zbog mnogih čimbenika prilikom rada koji će biti navedeni. U kritičnoj situaciji kada predstoji neko oštećenje ili se neki radnik ozlijedio treba hitno reagirati. To je moguće samo ako je jasno naznačeno što pritisnuti za zaustaviti stroj, gdje je kutija prve pomoći te da li je ispravno popunjena, gdje je aparat za gašenje požara. Koga treba obavijestiti o ozljedi radnika te tko odvozi radnika u bolnicu. Vrlo je loš osjećaj kada zbog vlastite nepažnje suradnik izgubi dio tijela zbog vaše greške a vi morate na posao s njim. Takve stvari treba spriječiti a najbolje je edukacijom i vježbom.

## 1.4. Ciljevi

Ciljevi istraživanja:

- ispitati radni okoliš,
- ukazati na opasnosti za sluh radnika,
- ukazati na opasnosti za vid radnika,
- predložiti mjere za poboljšanje uvjeta rada radnika,
- ispitivanje politike zdravstvenog pregleda u tvrtki,
- ukazati na važnost primjene zaštite na radu prilikom izvođenja poslova s povećanom opasnošću.

## 1.5. Metode znanstvenog istraživanja

Metode koja su korištene za izradu završnog rada su:

- metoda mjerenja (mjerenje buke i osvjetljenosti), u skladu sa propisom u zakonu RH kreirati će se zapisnik za tvrtku ElconGereatebau.
- metoda promatranja (prikupljeni podaci se promatraju te se odabrani uzorak prema unaprijed određenom planu promatra i vodi se evidencija), prema zakonu RH kreirati će postupak evidentiranja relevantnih podataka za tvrtku ElconGereatebau.
- eksperimentalna metoda (izvođenje i mjerenje realnih pojava koji imaju za cilj otkriti nepoznate činjenice, svojstva, pojave. tj provjeravanje hipoteza o tim činiteljima), sukladno zahtjevima zakona za minimalno 3-5 mjerenja u tvrtki ElconGereatebau.
- matematička metoda (postupak primjene matematičkih relacija, simbola i operacija), s potrebom jednadžbi propisanih od zakona RH za buku, rasvjetu.
- metoda analize (svako raščlanjivanje složenih cjelina na dijelove), kako bi se objasnilo tehnologiju u tvrtki ElconGereatebau.
- metoda sinteze (svako spajanje dijelova je već metoda sinteze), kako bi se donio zaključak i potvrda hipoteze za istraživanja provedena u tvrtki ElconGereatebau.
- metoda deskripcije (prigodno opisivanje i pojašnjavanje obilježja predmeta i procesa), voditi zapisnike prema propisima RH kako bi se unaprijedila pojedina mjesta rizika u tvrtki ElconGereatebau.
- inženjerska metoda Akustika – Određivanje izloženosti buci na radu i procjena oštećenja sluha izazvanog bukom.

## 1.6. Struktura rada

Rad je podijeljen u 12 poglavlja.

Prvo poglavlje je dano na definiranje hipoteze i ciljeve istraživanje.

U drugom dijelu, poglavlje 2, teoretski biti će opisana zakonska regulativa, važeći propisi i norme koji se odnose na radni okoliš.

U trećem dijelu, poglavlje 3, biti će opisan način rada i opis posla .

U četvrtom dijelu, poglavlje 4, biti će provedena ispitivanja , mjerenje parametara i analiza rezultata.“

U petom dijelu, poglavlje 5, 6 i 7 , biti će opisani materijali na kojima se obavlja rad te sigurnost stroja i karakteristike stroja.

U šestom djelu rada, poglavlje 8 ,9 i 10, biti će opisani naponi i opasnosti na radnim mjestima te pozicija strojeva i lokacija firme.

U sedmom djelu rada , poglavlje 11 i 12 , biti će izneseno kritičko mišljenje i zaključak.

## 2. ZAŠTITA NA RADU

„Zaštita na radu je sustav pravila, načela, mjera, postupaka i aktivnosti, čijom se organiziranom primjenom ostvaruje i unapređuje sigurnost i zaštita zdravlja na radu, s ciljem sprječavanja rizika na radu ozljeda na radu, profesionalnih bolesti, bolesti u vezi s radom te ostalih materijalnih i ne materijalnih šteta na radu i u vezi s radom“ (Zakon o zaštiti na radu, N.N. 71/14 , 118/14 ).

Slika 1. Znakovi ZNR



Izvor: [www.index.hr/oglas/UserDocsImages/oglas/\\_2017/4/20/513355/gradevinska-tabla-ploca-oznacavanje-gradilista-slika-73129239-200420171312046870.jpg?preset=oglas-slike-view-detajno-mob&fbclid=IwAR0PIZ9MeB\\_djg4\\_xeB0lbc3nbnSAavxWBb9nZDr6jkdOt6Uri02EdIkwFg](http://www.index.hr/oglas/UserDocsImages/oglas/_2017/4/20/513355/gradevinska-tabla-ploca-oznacavanje-gradilista-slika-73129239-200420171312046870.jpg?preset=oglas-slike-view-detajno-mob&fbclid=IwAR0PIZ9MeB_djg4_xeB0lbc3nbnSAavxWBb9nZDr6jkdOt6Uri02EdIkwFg)

### 2.1. Buka

Buka je neželjeni zvuk, koji je za čovjeka neugodan i bolan. Buka na radnom mjestu ili u okolišu je zvuk koji kombinacijom svojeg intenziteta, trajanja i frekvencije prelazi propisima ili preporukama dopuštene granice.

Prve smetnje se već javljaju kada je razina buke iznad 60 dB/A aktiviraju se mišići u uhu i steže se bubnjić, te izaziva smetnje glade rada srca, krvnog tlaka te pojačanog tlaka i dr. Do trajnih oštećenja dolazi ako je buka iznad 85 dB/A bez ikakve zaštite.

Mjerna jedinica za buku je decibel (dB/A). Prema svojoj definiciji buka može biti:

1. **trajna** (razina zvučnog tlaka i frekvencija tokom vremena-konstantni),
2. **isprekidana** (mijenjanje razine zvučnog tlaka i spektra frekvencija) .

### 3. **impulsna** (kratko trajanje i relativno visok zvučni tlak ).

Na s radnom mjestu CNC operatera se dolazi u kontakt sa trajnom te impulsnom bukom. Impulsna buka se javlja tokom ispuhivanja komprimiranog zraka na obratke te je komunikacija nemoguća dok se vrši ta radnja također do intenzivno jake buke dolazi kada se ispuhuju konusne rupe na metalnim komadima gdje se razina buke podiže preko 130 dB/A. Radnici moraju imati zaštitu za uši tokom vršenja te radnje inače bi bubnjići uha mogli puknuti. Korištenjem zaštitne opreme za sluh sprječavaju se ozljede, dodatno pri radu treba stroj imati zatvoren prostor oko obrade proizvoda.

Prisutna je i trajna buka strojeva koja je na gornjoj granici dopuštene vrijednosti, stvara smetnje tokom komunikacije između zaposlenika, kao i problem zbrajanja buke koji uvelike otežava sigurnosna načela.

## 2.2. **Rasvjeta**

Rasvjeta je neophodna za kvalitetan i adekvatan vid radnika. Rasvjeta je vrlo bitan čimbenik kada je u pitanju rad , radnicima je tako omogućeno potpuno vidno polje te lakše obavljaju svoj posao i samim time su produktivniji. Glede sigurnog rada opet se dolazi do velikih prednosti kada je prostor regulativno osvijetljen, te radnicima je lakše za uvidjeti nedostatke i smetnje unutar radne okoline koje bi im mogle naškoditi. Slabijom rasvjetom od propisane dovodi do toga da je radniku teže uočiti sve detalje koji ga okružuju te samim time dolazi do naprezanja oka a tako i očnog tlaka te kao rezultat se dobiva umor radnika. Preporuka je držati rasvjetu iznad 500 luxa te paziti na bliještanje.

U tvrtki Elcon je prisutna prirodna i umjetna rasvjeta ,neka radna mjesta su pod utjecajem prirodne rasvjete ali većina njih nije, te stoga su postavljena adekvatna svjetla u propisanom razmaku i u odgovarajućoj svjetlini.

Rasvjetu dijelimo na : **1) prirodnu 2) umjetnu**

Umjetna se rasvjeta prema položaju svjetiljki dijeli na :

**1) Opću rasvjetu:** približno jednaka rasvjeta na cijeloj plohi.

**2) Lokaliziranu rasvjetu :** svjetiljke su smještene u blizini radne plohe te je često potrebna dodatna tj. opća rasvjeta.

**3) Lokalnu rasvjetu:** svjetiljke smještene u neposrednoj blizini radne plohe , potrebna dodatna rasvjeta.

Hrvatski zavod za norme uskladio je norme za rasvjetu sa europskim normama ulaskom u Europsku uniju. Pravilnikom o izmjenama i dopunama Pravilnika o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore navedeno je da se više ne poziva na bivše standarde, već na hrvatske norme. Preuzete europske norme HRN EN 12464-1:2008 I HRN EN 12464-2:2008 uključene su u pravilnik, čime je njihova primjena postala obveza u Republici Hrvatskoj.

Zakonske odredbe rasvjete u radnim prostorijama i na radnom mjestu sadržane su u sljedećim aktima :

**Zakon o zaštiti na radu ( N.N. br. 71/14, 118/14, 154/14 , 94/18 , 96/18 )** , te propisuje osiguranje potrebne rasvjete mjesta rada i radnog okoliša

**Hrvatske norme za rasvjetu HRN U.C9.100 I HRN EN 12464-1 , HR EN 12464-2. Pravilnikom o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore (N.N. br. 6/84 , 42/05, 113/06)**

### **2.3. Mikroklima**

#### **Mikroklimu određuju sljedeći parametri**

Temperatura zraka je jedan od čimbenika općeg stanja zdravlja zbog širenja i skupljanja krvnih žila. Potrebna temperatura je određena zakonom RH.Za vrijeme rada, lakše se podnosi niža temperatura pri suhom vremenu, a teže se podnosi kada je zrak hladan i vlažan ili kada je njegova brzina strujanja veća. Temperatura zraka na radnim mjestima u Elconu je regularna,zimi je klimatsko grijanje omogućeno, a ljeti klimatizacija hladi na regularnu temperaturu koja ne prelazi 7 °C u odnosu na vanjsku temperaturu, te takva temperatura radnicima omogućava dostatan i funkcionalan rad.

Pri korištenju uređaja za klimatizaciju preporučuje se relativna vlažnost od 40 do 60%. Ako u zraku ima mnogo vlage isparavanje znoja će biti otežano. Zato su visoke temperature i visoka vlažnost ljeti vrlo neugodni i stvaraju sparinu. Vlažnost zraka na radnom mjestu u Elconu je optimalna zbog neprestanog rada strojeva koji suše zrak, te također na vlažnost zraka utječe isparavanje emulzije, ta dva čimbenika suše i vlaže zrak no klimatizacija ga osvježava na regularnu razinu



Preporučene vrijednosti prikazane su u sjedećoj tablici:

Tablica 1. Mikroklima i radna okolina

Vanjski zrak		Zrak u prostoriji	
Temperatura °C	Temperatura °C	Relativna vlažnost %	
		Donja granica	Gornja granica
<20	22	30	65
20	22	30	65
25	23	30	65
30	25	30	65
32	26	30	65

Izvor: Jelača M. : Mikroklima i radna okolina 2007. (31.str)

Mikroklimatski uvjeti uređeni su sljedećim propisima i zakonskim odredbama:

- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14) , gdje se propisuje osiguranje propisane temperature i vlažnosti zraka te ograničenja brzine strujanja zraka ( osnovna pravila zaštite na radu),
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesto rada (NN 29/13).



Izradci se obrađuju na tokarilicama i glodalicama. Tokarilice obrađuju cilindrične izratke na drugačiji princip od glodalica tako što se izradak rotira dok alat miruje i pomiče se po osi Z i osi X. Glodalice rade na principu da izradak bude statičan dok se alat rotira i giba po osima X, Y, Z, no nije uvjet da se alat pomiče po sve tri osi ovisno o vrsti stroja, kod nekih strojeva se stol sa izratkom pomiče u osi x i y.

U tvrtki Elcon se obrađuju metal i plastika. Metala ima više vrsta. Većinom se obrađuje aluminij (ima ih više vrsti od onih mekanih do veoma tvrdih legura) u manjoj količini čelici od kojih je najviše zastupljen nehrđajući čelik. Tokom obrade „mekših“ metala kao aluminij obrada je jednostavnije i traje kraće vremena. Alat se vrti 6 000 okretaja u minuti što je velika brzina kretanja tokom obrade što omogućava dosta bržu proizvodnju. Metale kao što su čelici je dosta otežanije obrađivati zbog gušće strukture kristalnih rešetki, tako da okretaje alata treba prilagoditi vrsti čelika koji se obrađuje tako je brzina kretanja je jako manja. Naime neophodno je da bude manja jer u suprotnom dolazi do pucanja alata. Tokom obrade izratka koristi se emulzija koja hladi alat kako nebi došlo do zagrijavanja, pucanja, i neispravne obrade. Emulzija mora neprestano i direktno biti u kontaktu sa izradkom i alatom.

Slika 4. Unutrašnjost stroja tokom obrade



Izvor: Obrada autora

Emulzija osim što hladi tako odvodi strugotinu od zone obrade. Emulzija je mješavina vode i određenih ulja. Postotak ulja ovisi o vrsti materijala koji se obrađuje. Tokom obrade određenih čelika koji su skloni oksidaciji emulzija može poslužiti kao i antikorozivno

sredstvo. Problemi su da emulzija može prskati u oči i po rukama radnika pa može dobiti kožne bolesti ili oštećenje oka pogotovo ako i čestice metala polete zato je važno zaštitno staklo držati zatvoreno. Kod tokarilice ili glodalice tj obrade metala na strojevima vrlo lako predmeti postanu projektili koji mogu ugroziti ne samo zdravlje već i život radnika.

### 3.2. Obrada

Izradci se prvo odrezuju u pilani na mjere koje zahtjeva nacrt. Taj prvi oblik izratka je u većini slučajeva u obliku sirovca odgovarajućih dimenzija. Dalje slijedi obrada u strojevima. Naime te prvotne oblike obavezno je pripremiti u jednoj ili više operacija pripreme kako bi se dobila što ravnija ploha za daljnje operacije. Veoma je bitno da priprema bude korektno napravljena jer su tolerancije u stotim dijelovima milimetra ili tisućiti dio milimetra. Dalje se komadi obrađuju u dvije ili više operacija koje obuhvaćaju i završne operacije.

Slika 5. Unutrašnjost stroja

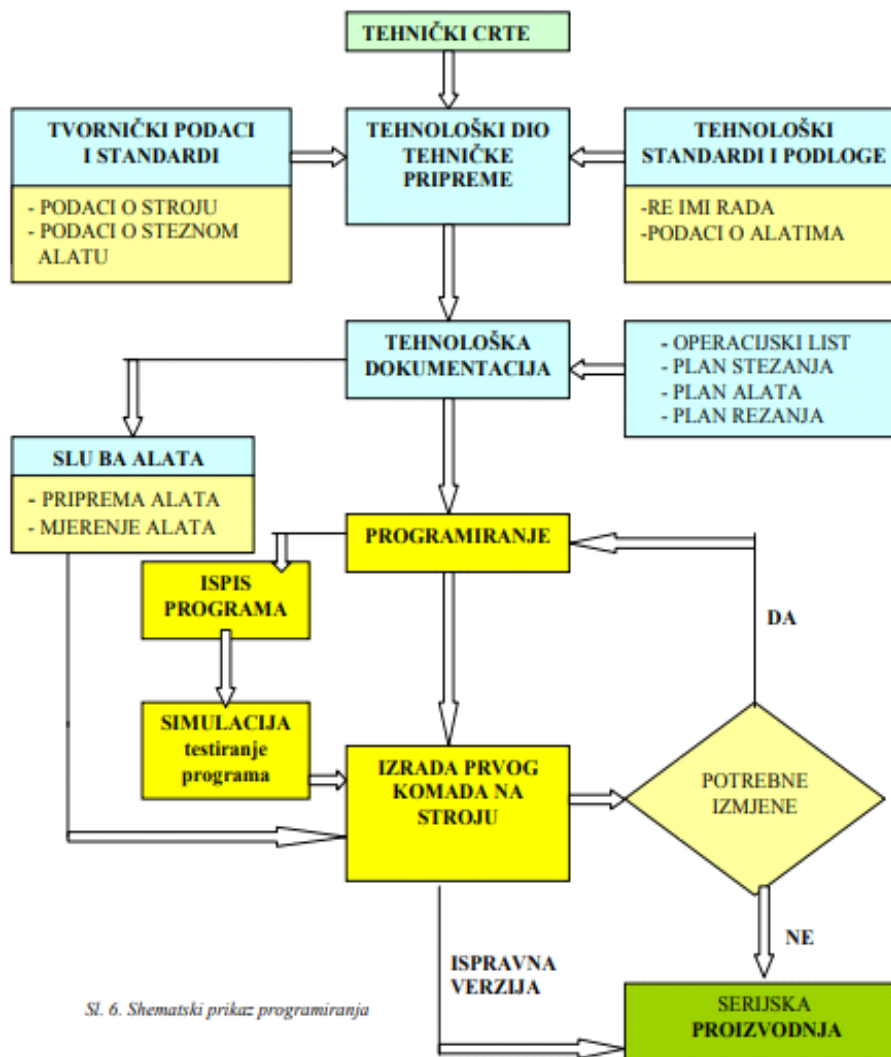


Izvor : Obrada autora

Izradak se pažljivo stavi u škrip koji se nalazi unutar stroja te ga je potrebno graničiti uz graničnik koji se nalazi na rubu škripa. Nakon toga se dolazi do stezanja koje je uzročno povezano sa tolerancijama i debljini izratka. Kada se to napravi komadi se obavezno moraju plastičnim čekićem nakucati na mjestima gdje leži na škripu. Te se na kraju pušta obradni

program koji je pažljivo programiran prema nacrtu za određeni izradak. Kada obrada krene alat unutar vretena se rotira i pod velikim okretajima dolazi u dodir sa izratkom te ga tako po osima x,y,z obrađuje te se unutar obrade izmjenjuje određen broj alata ovisno o namjeni i zahtjevima izratka. Naime postoje razni alati koji izradak prvo obrađuju na „grubo“ pa na „fino“. Razlikuju se po strukturi i obliku.

Slika 6. Shematski prikaz programiranja



Sl. 6. Shematski prikaz programiranja

Izvor : [https://docplayer.gr/43603807-Upravljanje-alatnog-stroja.html?fbclid=IwAR0t6HIHcqKILf7bnJ9ZCyZoKtc\\_FaHPsyn3iG2cMu1ZI\\_SEorLkiBhOd30](https://docplayer.gr/43603807-Upravljanje-alatnog-stroja.html?fbclid=IwAR0t6HIHcqKILf7bnJ9ZCyZoKtc_FaHPsyn3iG2cMu1ZI_SEorLkiBhOd30)

Jednom kada obrada počne ne prestaje dok se obradni ciklus ne dovrši. Sigurnosna vrata su tokom cijele obrade zatvorena i ne mogu se otvoriti. Ukoliko ih se otvori na silu dolazi do automatskog prekida obrade, što nije poželjno jer tako možemo oštetiti alat te sami

izradak. Problem je s stajališta sigurnosti da može doći do oštećenja osigurača ili pojedinih senzora zbog raznih faktora poput pregorijevanja, oštećenja i slično ali i neznanja i nedovoljne edukacije radnika koji vole skinuti te osigurače kako bi bilje vidjeli izradak. Iako se izradci ne bi smjeli dirati tijekom obrade zna se desiti da dođe do ozljede na radu zbog nepažnje radnika. Iznimno je teško ograničiti slobodu radnika a da mu se pritom da mogućnost da kvalitetno ispunjava radne zadatke.

Kada su sve operacije obrade gotove izradci idu na daljnje završne postupke. Neki od daljnji postupaka mogu biti dodatne završne obrade poput brušenja, pjeskarenja, kamenovanja. Naručitelji mogu zahtijevati i razne površinske zaštite kao što su anodizacija, toplinske obrade ili lakiranja. Površinske zaštite se odrađuju kod kooperanata koji pružaju tražene usluge.

Slika 7. Strojni alati za obrada



Izvor : Obrada autora

Zadnja operacija je pakiranje. Pakiranje izradaka mora biti pažljivo i jako kvalitetno kako nebi dolazilo do oštećenja tokom transporta.

## **4. RADNI OKOLIŠ**

### **4.1. Ispitivanje parametara**

#### **Ispitivanje buke**

Pri svakom mjerenju buke, za određeno radno mjesto, proučavali smo izloženost radnika tijekom jednog radnog dana (8h) , zatim mjerili buku i generirali prosječnu buku za izloženog radnika na određenom radnom mjestu. Mjerenje je ocijenjeno prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci (NN 46/08).

#### **Ispitivanje razine osvjetljenja**

Svjetlina je ukupna količina svjetlosti koja pada na površinu u određeno vrijeme. Odgovarajuće osvjetljenje je relativan pojam, jer osvjetljenje prikladno za jednu vrstu posla ne mora nužno biti prikladno za drugu vrstu posla.

Ispitivanje razine osvjetljenja Provedeno je u skladu sa Zakonom o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/2018 i 96/2018), Pravilnikom o ispitivanju radne okoline (NN 16 / 2016.), Pravilnik o sigurnosti i zdravlju na radu. (NN 29/2013) i Pravilnika o sigurnosti i zaštiti zdravlja pri radu s računalima (NN 69/2005), Rasvjeta i rasvjeta - Osvjetljenje na radnom mjestu - Dio 1: Unutarnji radni prostori HRN EN 12464-1.

Tablica 2. Propisane razine rasvjete

VRSTA PROSTORIJE	E(lx)	ZAHTEVNI VIDNI ZADATCI
Skladišta, prostorije za odmor ,svlačionice , hodnici , stepeništa , podrumi	100	Vrlo mali zahtjevi, vrlo mali vidni zadatci
garaže , grubi montažni radovi	200	Mali zahtjevi, laki vidni zadatci
Dnevne sobe , trgovine, učionice , pekare , mesnice , praonice	250-300	Srednji zahtjevi , normalni vidni zadatci
Kancelarije za knjigovodstvo, kuhinje , čitaonice, laboratoriji , auto lakimice	500	Veliki zahtjevi, teški vidni zadatci
Velike kancelarije , kozmetički saloni , fini elektromontažni radovi	750-1000	Vrlo veliki zahtjevi, teški vidni zadatci
Najfiniji elektronički montažni radovi, operacijske sale	1500-2000	Izvanredno veliki zahtjevi , vrlo teški vidni zadatci

Izvor: Mišković M: Električne instalacije i osvjetljenje, Građevinska knjiga, 2005.

### Ispitivanje mikroklimе

Za mjerenje mikroklimе koristi se mjerni instrument za mjerenje temperature zraka, relativne vlažnosti, brzine zraka i mjerni instrument za mjerenje toplinskog zračenja. Termometrom mjerimo temperaturu zraka s kojim je u toplinskoj ravnoteži. Temperatura se mjeri na 1,25 m do 2 m visine, odnosno iznad sloja tla u kojem je često vrlo velika temperaturna razlika i na malim visinskim razlikama, na radnim mjestima s izvorima topline, s prozorima i vratima, u smjeru zraka struje. U svim radnim prostorijama i ljeti i zimi moraju se osigurati povoljni uvjeti rada u pogledu temperature, vlage i brzine zraka. Temperatura i relativna vlažnost zraka u radnim prostorijama moraju biti projektirane i izvedene u skladu sa standardom



o tehničkim uvjetima za projektiranje i izgradnju zgrada. Mikroklimatski uvjeti koji nisu u skladu s propisanim vrijednostima (različiti onečišćivači, štetni isparenja, visoke temperature, vlaga) ovise o stupnju onečišćenja za koji se mora osigurati potrebna količina zraka za prisilnu ventilaciju.

Upravo ovaj zrak i zrak za umjetno provjetravanje radnih prostorija i zrak za grijanje ne smiju sadržavati prašinu, dim, štetne plinove, neugodne mirise. Suh zrak može dovesti do suhoće grla i očiju. Rješenje je smanjiti grijanje na nižu temperaturu i osigurati ulazak svježeg zraka, ali treba paziti da ne nastaje propuh. Brzina protoka zraka ne smije prelaziti 0,2 m/s. Između ostalog, potrebno je osigurati ulazak svježeg zraka u prostoriju, a ne samo cirkulaciju starog.

Mjerenje ovih parametara treba izvoditi tijekom svake smjene ako se radi u smjenama. Najpouzdanija metoda mjerenja je provođenje tri mjerenja i određivanje srednje vrijednosti prosječnog rezultata. Tijekom mjerenja potrebno je znati vanjske parametre: relativnu vlažnost, temperaturu, brzinu vjetra, doba dana.

### 4.1.1. Mjerni instrumenti

Za mjerenje zvuka upotrijebljen je zvukomjer Norsonic 140 koji je prikazan na slici.

Slika 8. Zvukomjer Norsonic



Izvor:

[https://static.wixstatic.com/media/f49e71\\_513ef79cb3774201bede395686c765fd~mv2.png/v1/fill/w\\_492,h\\_500,al\\_c,q\\_85,usm\\_0.66\\_1.00\\_0.01/cut%20out%20copy.webp](https://static.wixstatic.com/media/f49e71_513ef79cb3774201bede395686c765fd~mv2.png/v1/fill/w_492,h_500,al_c,q_85,usm_0.66_1.00_0.01/cut%20out%20copy.webp)

Za mjerenje razine osvjetljenosti upotrijebljen je uređaj mjerni instrument Extech LT 40.

Slika 9. Mjerač osvjetljenosti



Izvor: [www.metroteh.hr/extech-lt-40-proding-78\\_tiny.png?v=141562608](http://www.metroteh.hr/extech-lt-40-proding-78_tiny.png?v=141562608)

## 4.2. Rezultati ispitivanja radnog okoliša

### Mjerne metode

Za mjerenje buke korištene su metode propisane prema:

1) HRN EN ISO 9612:2010 Akustika-Određivanje izloženosti buci na radu- inženjerska metoda (EN ISO 9612:2009).

2) HRN EN ISO 1999:2000 Akustika –Određivanje izloženosti buci na radu i procjena oštećenja sluha izazvanog bukom.

Kod mjerenja rasvjete i mikroklimatskih uvjeta: na temelju članka 45. Zakona o zaštiti na radu (NN br. 71/14 , 118/141, 94/18 i 96/18) i Rješenja zavoda za unapređivanje zaštite na radu UP/I-115-01/15-01/01, te prema članku 6. Pravilnika o ispitivanju radnog okoliša (NN 16/16) .

### Mjerenje fizikalnih parametara radnog okoliša u radioni

Datum ispitivanja : 05.06. 2021.

Rezultati mjerenja i ispitivanja

Vanjski parametri:

1) temperatura zraka : 23,6 °C.

2) relativna vlažnost zraka : 49%.

Ispitivani prostor: **Radno postrojenje**

#### **4.2.1. Rezultati ispitivanja buke**

Budući da su strojevi u istoj prostoriji bez pregradnih zidova, buka se zbraja. Dakle, iako pojedinačni stroj u ovom slučaju tijekom obrade ima buku od 74,6 dB / A, radnik je 8 sati opterećen dnevnom razinom od 78,214dB / A i ukupnom bukom od 79,078dB / A te je u granicama donje dopuštene razine .

Tablica 3. Parametri buke

Br.	Mjerno mjesto	Vrijeme izlaganja	Buka (dB/A)
			< 85
1.	Neposredno do stroja	10 s	73,5
2.	Tri metra od stroja	10 s	63,4
3.	Neposredno do stroja tokom obrade	10 s	74,6
4.	Tri metra od stroja tokom obrade	10 s	65,4

*Izvor : Obrada autora*

Izmjerene vrijednosti ekvivalentne razina buke okolo stroja tokom obrade i bez obrade kreće se od 63.4dB (A) do 74.6 dB (A).

#### 4.2.2. Rezultati ispitivanja rasvjete

Svjetlina je količina svjetlosti koja padne na određenu površinu i mjeri se u luksima (lx). Svjetlina se smanjuje s kvadratom udaljenosti. To znači da će na daljini biti dvostruko duljas istog mjernog mjesta luksmetar pokazuje četiri puta manju vrijednost.

Tablica 4. Parametri osvjetljenosti

Redni broj	Naziv procesa	Vrijeme izlaganja	Vrsta izvora	Lx <sub>1</sub>	Lx <sub>2</sub>	Lx <sub>3</sub>	Lx <sub>min</sub>
1.	Okolina stroja	10 s	D + L	485lx	450lx	430 lx	430 lx

Izvor: obrada autora

U tablici oznake su sljedeće: D-prirodno (dnevno) svjetlo, L- led lampe.

Rasvjeta oko strojeva je veoma dobra ne prelazi 500 luxa što omogućava radnicima nesmetani rad, po pravilniku treba biti barem 500 lx. Za mjernu točku "okolina stroja" izmjerene vrijednosti osvjetljenja su u rasponu od 430 lx do 485 lx.

#### 4.2.3. Rezultati ispitivanja mikrokline

Budući da vlaga ima najveći utjecaj na kvalitetu unutarnje klime, kontrola klime je ključna u pogledu regulacije temperature i relativne vlažnosti. Mjerenja temperature i relativne vlažnosti u radnim prostorijama dobivaju se odgovarajućim propisima. Za regulaciju temperature propisuje da lagani fizički rad zahtijeva radnu temperaturu od 16 do 22 °C, a težak fizički rad od 10 do 19 °C. Također mjerenjem vlage rezultati zadovoljavaju parametar propisan Pravilnikom o zaštiti računala (NN 29/13), i) za upotrebu klima uređaja preporučuje se relativna vlažnost zraka od 40 do 60%.

Tablica 5. Parametri mikrokline

Mjerno mjesto	Temperatura (°C)	Relativna vlažnost (%)
Radiona	18	45

Izvor: obrada autora

### 4.3. Analiza rezultata

#### 4.3.1. Analiza parametara buke

Gornja granična vrijednost izloženosti tijekom osmosatnog radnog dana te razina vršne vrijednosti zvučnog tlaka iznosi:  $L_{(ex,8h)} = 87\text{dB(A)}$  i  $p_{(peak)} = 200\text{Pa}$  ( $140\text{dB(C)}$  u odnosu na referentni zvučni tlak  $20\mu\text{Pa}$ ).

Gornja upozoravajuća granica izloženosti tijekom osmosatnog radnog dana te razina vršne vrijednosti zvučnog tlaka iznosi:  $L_{(ex,8h)} = 85\text{dB(A)}$  i  $p_{(peak)} = 140\text{Pa}$  ( $137\text{dB(C)}$  u odnosu na referentni zvučni tlak  $20\mu\text{Pa}$ ).

Donja upozoravajuća granica izloženosti tijekom osmosatnog radnog dana te razina vršne vrijednosti zvučnog tlaka iznosi:  $L_{(ex,8h)} = 80\text{dB(A)}$  i  $p_{(peak)} = 112\text{Pa}$  ( $135\text{dB(C)}$  u odnosu na referentni zvučni tlak  $20\mu\text{Pa}$ ).

$$\text{Dnevna razina buke: } L_{EX,8h} = L_{A_{eq,T_e}} + 10 \cdot \log \frac{T_e}{T_0};$$

$$\text{Tjedna razina buke: } L_{EX,tj} = 10 \cdot \log \left( \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{EX,d}} \right).$$

Tablica 6. Dnevna i tjedna razina buke

	izmjerena buka	izmjerena dnevna buka za 8 sati	broj radnih dana	Razina buke za tjedan od 6 radnih dana
Mjereni mjesto	[dB/A]	[dB/A]	[dan]	[dB/A]
Neposredno do stroja	73,5	64,284	6	65,055
Tri metra od stroja	63,4	54,634	6	55,444
Neposredno do stroja tokom obrade	74,6	65,344	6	66,126
Tri metra od stroja tokom obrade	65,4	56,594	6	57,360
<b>Ukupno</b>		78,214	6	79,078

Izvor: obrada autora

U tablici prikazani su rezultati tjedne izloženosti radnika. Može se primijetiti da su radnici opterećeni na dnevnoj bazi 78,214 dB/A , a tjedna izloženost iznosi 79,078 dB/A što je skoro na donjoj upozoravajućoj granici te nije potrebna zaštitna oprema za uši.

Prema pravilniku zaštiti radnika o izloženosti buci NN 46/08 u metalnoj industriji, u strojnoj obradi metala, razina dopuštene granice je 80 dB/A.

### ***4.3.2. Analiza parametara rasvjete***

Primjer proračuna rasvjete za određeni prostor koji je 20 x 10 m površine, rasvjeta je postavljena svakih 2metra .

Ukoliko neka dvorana treba biti osvijetljena tako da osvjetljenje iznosi 500 lx. Korištenje LED svjetiljke od 1500 mm svake žarulje u rasponu od 2200 lm, svaka žarulja ima 2 cijevi. Dimenzije radnog prostora su 20 x 10 m. Vrijednosti faktora održavanja su 0,9, odnosno 0,6. Zadano:  $E = 500 \text{ lx}$ ;  $\Phi = 2200 \text{ lm}$ ;  $a \cdot b = 20 \cdot 10$ ;  $MF = 0,9$ ;  $\eta = 0,6$ .

$$E_1 = \frac{\Phi \cdot MF \cdot \eta}{a \cdot b}$$

$$E_1 = \frac{2200 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 0,6}{20 \cdot 10} = 11,88 \text{ [lx]}.$$

$$\text{Min. broj svjetiljki: } E_x = \frac{E}{E_1} = \frac{500}{11,88} = 42,37 \text{ [lx]}.$$

$$\text{Odabran stvaran broj svjetiljki: } n = 44/2 = 22$$

$$\text{Stvarna rasvijetljenost: } E_{\text{stv}} = 11,88 \cdot 42,37 = 500 \text{ [lx]}$$

Najbolje je staviti raspored svjetiljki 2x10 .

Rezultati mjerenja pokazuju da je intenzitet osvjetljenja na radnom mjestu od 430 lx do 485 lx. Najveći intenzitet svjetline je 485 lx, a najmanja izmjerena vrijednost je 430 lx između strojeva. Prema hrvatskoj normi HRN EN 12646 Rasvjeta i rasvjeta - Rasvjeta na radnom mjestu, najveća dopuštena rasvjeta je 500 lx za obradu metala u metalnoj industriji, a rasvjeta unutar tvrtke odgovara standardu.

### ***4.3.3. Analizamikrokline***

Pri mjerenju mikroklimatskih uvjeta u potpunosti udovoljavaju postavljenim parametrima. Mjerenja nisu pokazala promjene u kretanju zraka, temperatura u radnom području je također zadovoljavajuća. Predlaže se daljnje praćenje i održavanje.



## 5. MATERIJAL

Obrada se vrši na čeliku, plastici najviše na aluminiju. Čelik je dosta tvrd materijal te je obrada otežana, aluminij je mekši metal te je jednostavnija obrada dok plastika ne stvara nikakve probleme tokom obrade. Strugotina od plastike nije opasna tokom obrade jer je dosta lagana i mekana, aluminijska strugotina može napraviti smetnje ako smo na bližoj udaljenosti bez zaštitnih naočala ali i ona već nakon pola metra gubi na akceleraciji jer je lagana i površine zbog otpora te ne može na većoj udaljenosti od pola metra proizvesti ozljede, dok strugotina od čelika može napraviti oštećenja i na većim udaljenostima zbog težine i male površine te ne gubi na akceleraciji. Potrebno je pažljivo odabrati alate kojima se materijali obrađuju kao i posmake odnosno obrtaje alata tokom obrade jer za čelik i aluminij obrtaji i oštrina alata moraju biti dosta veći u odnosu na plastiku zbog molekularne strukture.

### 5.1. Čelik

Čelik je tehničko željezo koje, između ostalih elemenata, sadrži do 2,06% ugljika. Ugljik presudno utječe na svojstva čelika, ali čelik sadrži i druge elemente. Sadržaj pojedinih elemenata proizlazi iz procesa proizvodnje i sastava sirovina, ti se elementi nazivaju pratećim elementima poput silicija i mangana. Postoje i elementi koje dodajemo namjerno kako bismo poboljšali svojstva čelika, ti se elementi nazivaju legirni elementi.

#### Mehanička i kemijska svojstva čelika

Svojstva čelika uvelike ovise o legirnim elementima koji se dodaju tijekom proizvodnje pojedinih čelika. Dodatak legirnim elementima uvelike utječe na mehanička svojstva čelika. Elementi za legiranje su elementi koji se namjerno dodaju u čelik kako bi se dobila odgovarajuća struktura i svojstva čelika. To su, na primjer: Cr, Ni, Mo, V, T, Nb, Cu i drugi. Neke od najvažnijih opisane su u nastavku.

#### Ugljik

Kao što je već spomenuto, ugljik je najčešći legirni element u čeliku. Kako se sadržaj C povećava, povećavaju se vlažna čvrstoća i snaga popuštanja, smanjuje se žilavost i sposobnost deformiranja. Preko 0,25% C, zavarljivost se pogoršava.

## **Mangan**

Povećanjem sadržaja Mn povećava se vlažnost i tvrdoća, a u manjoj mjeri i granica tečenja. Također se smanjuje žilavost udara. Kada je sadržaj Mn veći od 1%, tendencija čelika da se stvrdnjava raste i zavarivanje je teže. Smanjenje sadržaja Mn ispod 0,5% vlage znatno se smanjuje, ali se povećava i žilavost.

## **Silicij**

Kako se sadržaj Si povećava, raste granica tečenja i granica čvrstoće na mokrom. Preko 2% Si smanjuje istezanje. Preko 1,2% Si pogoršava zavarljivost.

## **Krom**

Do sadržaja od 5% povećava granicu popuštanja i vlažnu čvrstoću, a iznad 5% smanjuje. Sa sadržajem Cr od 4 do 6%, produljenje se povećava, daljnjim povećanjem na 12% Cr, rastezanje se smanjuje. Daljnji porast Cr nema značajnog utjecaja na produljenje. Sadržaj Cr iznad 1% smanjuje udarnu žilavost. U rasponu od 3 do 12% Cr, otpornost na oksidaciju raste pri povišenim temperaturama. Preko 12% Cr povećava otpornost na koroziju u agresivnim medijima. Povećava sklonost stvrdnjavanju i pogoršava zavarljivost.

## **Nikal**

Do 10% Ni povećava granicu popuštanja i čvrstoću na mokrom te lagano smanjuje istezanje. Preko 1,59 Ni smanjuje lomljivost na niskim temperaturama. Udarna žilavost pri niskim temperaturama posebno se poboljšava ako je sadržaj O, N, S, P, Mn i Si nizak.

## 5.2. Aluminij

Aluminij je sjajni srebrno-bijeli metal. Talište mu je  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a vrelište  $2519\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kao metal je mekan, žilav, male gustoće ( $2,700\text{ kg/m}^3$ ) i lako se reže. Sam metal je vrlo reaktivan, ali zaštićen je tankim prozirnim slojem oksida koji se brzo stvara u zraku i čini ga otpornim na koroziju. Međutim, nije otporan na tvari koje uništavaju zaštitni oksidni film, kao što su lužine, žbuka i građevinsko vapno. Nema visoku čvrstoću, ali je postupkom oborinskog očvršćivanja moguće proizvesti legure aluminija iste čvrstoće kao i mnogi čelici.

Slika 10. Alumijska folija



Izvor :

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQrXBAeyIYeviGgAUYW696xLYo9ZBKp1FidgA&usqp=CAU>

Aluminij u elementarnom stanju Zbog niskog modula elastičnosti koristi se za izradu konstrukcija koje su znatno fleksibilnije i elastičnije od čelika. Također ima visoku toplinsku i električnu vodljivost. Također treba spomenuti da je riječ o metalu koji je vrlo pogodan za recikliranje. Recikliranje zahtijeva znatno manju potrošnju energije od same primarne proizvodnje. Pretapanjem već korištenog aluminija i njegovih legura dobiva se sekundarni aluminij koji se pretežno koristi za izradu odljevaka. Termičkom obradom alumijskog materijala na ovaj je način moguće utjecati na kemijski sastav i mikrostrukturno stanje kako bi

se postigla željena svojstva. Najvažnija svojstva aluminija su sljedeća: otprilike 2,9 puta lakši od čelika, prekidna čvrstoća, maksimalno do 700 MPa, s dobrom istovjetnošću, dobrim mehaničkim svojstvima pri niskim temperaturama, toplinska vodljivost 13 puta veća od nehrđajućeg čelika, 4 puta veća od obični čelik, električne vodljivosti blizu Cu, ali iste težine dvostruko veće od Cu, dobro odražava svjetlost i toplinu, dobru otpornost na koroziju i ukrasne površine, prirodno je zaštićen slojem oksida čime se postiže samozaštita u normalnom atmosfera. Eloksiranjem i lakiranjem (anodiziranjem) postiže se izvanredan dekorativni efekt, koji nije magnetski, dobro se obrađuju na različite načine. Posebno je pogodan za proizvodnju ekstruzijom složenih šupljih i čvrstih presjeka. Također je pogodan za duboko izvlačenje i zavarivanje.

Slika 11. Boksit



Izvor :

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/04/BauxiteUSGOV.jpg>

### **Mehanička i kemijska svojstva**

Kao i kod čelika, mehanička i kemijska svojstva aluminija u industrijskoj preradi u velikoj mjeri ovise o elementima za legiranje koji se dodaju tijekom same proizvodnje aluminija.

Glavna mehanička svojstva prikazana su u tablici 7:

Tablica 7. Mehanička svojstva aluminija

Talište	660 °C
Gustoća, pri 20 °C	2,70 g cm <sup>-3</sup>
Koeficijent linearnog istezanja, (0- 100 °C)	23,5 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>
Specifični topl. kapacitet, (0 - 100 °C)	920 J kg <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup>
Toplinska vodljivost (0 - 100 °C)	240 J s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup>
Specifični električni otpor, (20 °C)	0,0269 Wmm <sup>2</sup> m <sup>-1</sup>
Modul elastičnosti, (20 °C)	71 900 MPa

Izvor : [https://encrypted-](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQpNMtgK3cbilJ4UG_6435OG2zR__cOt8N47w&usqp=CAU)

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQpNMtgK3cbilJ4UG\\_6435OG2zR\\_\\_cOt8N47w&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQpNMtgK3cbilJ4UG_6435OG2zR__cOt8N47w&usqp=CAU)

### 5.3. Plastika

Plastika znači naziv za sve umjetne ili poluumjetne polimerne materijale. Područje najveće primjene plastike je automobilska industrija. Suvremena tekstilna vlakna izrađena su 65% od fosilne plastike. Samo 4,4% svjetske proizvodnje plastike izrađeno je od plastičnih vrećica. Najčešće plastike su: PE, LDPE, HDPE, PP, PTFE, PS, PET, ABS, PMMA, PVC. Polimeri su makromolekularni spojevi sastavljeni od istovremenih ponavljajućih jedinica. Sastoje se od dugih, fleksibilnih makromolekula koje neprestano mijenjaju oblik i ne sadrže određeni.

Polimeri mogu biti prirodni ili sintetički. Pretežno su organskog podrijetla, a sastojci su uglavnom ugljika, vodika, kisika, dušika itd. Dobivaju se sintetičkim metodama postupka polimerizacije ili modifikacijama prirodnih makromolekularnih tvari. Polimerne makromolekule mogu biti linearne, granatne ili umrežene strukture. Oblik molekula određen je prostornim rasporedom atoma, molekule polimera zbog svoje makromolekularne prirode imaju velik broj strukturnih prostornih oblika.

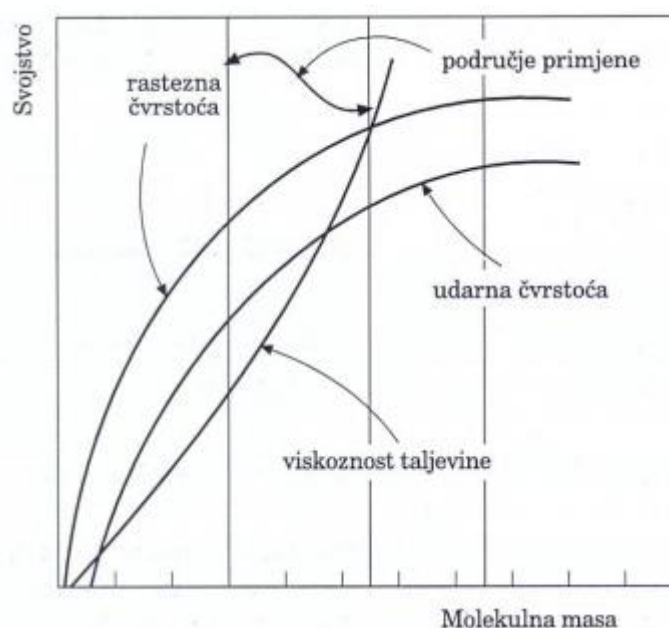
Polimeri su viskoelastična tijela. U praktičnoj primjeni njihova mehanička svojstva ovise o vrsti primijenjene sile. Tri osnovne, najvažnije vrste sile su: vlačna, tlačna i posmična. Međutim, najvažniji čimbenici koji određuju mehanička svojstva polimera su: struktura,

prosječna molekulska masa, raspodjela molekulske mase, stupanj uređenosti amorfnih polimera i stupanj kristalnosti te fizikalno i fazno stanje polimer

- **Mehanička i kemijska svojstva**

Za upotrebu polimera potrebno je znati njihova mehanička svojstva. Mehanička svojstva polimera izravno ovise o njihovoj molekularnoj strukturi.

Slika 12. Utjecaj molekulne mase na neka mehanička svojstva plastomera



Izvor : [https://i2.wp.com/metal-archive.ru/uploads/posts/2015-05/1431538066\\_r3.jpeg](https://i2.wp.com/metal-archive.ru/uploads/posts/2015-05/1431538066_r3.jpeg)

Mehanička svojstva povezana su s nekoliko važnih strukturnih čimbenika polimera. Oni značajno ovise o temperaturi stakla, tj. O stanju u kojem je polimer na mjernoj temperaturi. Stoga PS i PLA koji imaju stakleni prijelaz iznad mjerne temperature imaju vrlo velik modul elastičnosti i naprezanja te malo produljenje prije loma, što proizlazi iz činjenice da su na temperaturi mjerenja u staklastom stanju gdje su molekule vrlo krute i može podnijeti visoki stres. Suprotno tome, PE i PCL su u viskoelastičnom stanju u kojem su makromolekule vrlo pokretne, pa imaju manje module i manje naprezanja i veće produljenje prije loma. Drugi važan čimbenik je stupanj kristalnosti. PE-HD koji ima znatno viši stupanj kristalnosti od PE-LD-a puno je lomljiviji, također ima puno veći modul, veće naprezanje i puno manje izduživanje prije

loma, i za razliku od PE-LD, nema granicu tečenja. Treći važan čimbenik je dodavanje druge faze, na primjer elastomernog polibutadienapolistirenu.

Dodatak polibutadienapolistirenu smanjuje vrijednost modula i vlačno naprezanje te umnožava rastezanje rastezanja jer polibutadien apsorbira energiju i omogućuje elastično produljenje. Uz ove učinke, važna je i struktura kopolimera kao i kod poliuretana. Poliuretan se sastoji od dvije faze: tvrdog kristala koji ima čašu ispod mjerne temperature i mekog amornog stakla ispod sobne temperature.

Meka faza koja je podložna trajnoj deformaciji čak i pri malim naprezanjima određuje malu vrijednost modula, ali omogućuje i veliko, reverzibilno istežanje jer se pod utjecajem vanjskih sila usmjeravaju u smjeru istežanja, dok tvrda faza sprječava mikropukotina i na taj način povećava PUR čvrstoću i žilavost.

## 6. SIGURNOST STROJA

Rad sa strojevima i uređajima s povećanim opasnostima uvelike ugrožava zaposlenika ako nisu ispunjeni zahtjevi nametnuti zaštitom na radu (osnovna i posebna pravila zaštite na radu). Cilj je preventivno djelovati i ukloniti sve utvrđene opasnosti (u procjeni opasnosti) kako se one ne bi pojavile tijekom rada.

Alatima se smatraju postrojenja, strojevi, uređaji, sredstva za prijevoz tereta i mehanizirani ručni alati. Alat mora biti smješten u prostoru tako da pokretni alat ili njegovi dijelovi ne stvaraju opasna mjesta čvrstim ili pokretnim dijelovima u zgradi, izvan zgrade ili u blizini glavnih i pomoćnih prolaza. Prilikom raspoređivanja alata moraju se osigurati slobodne površine za rukovanje i posluživanje alata i područja za skladištenje materijala (sirovine, poluproizvodi i gotovi proizvodi).

Da bi se alati očistili, podmazali i održavali, moraju se osigurati odgovarajući slobodni prolazi i pristup alatu s onih strana na kojima se izvode ti radovi. Širina pristupa alatu na kojem radnik obavlja posao mora biti u skladu s potrebama posla i položajem tijela radnika u obavljanju tih zadataka.

Alat mora biti označen vidljivom i trajnom naljepnicom s podacima o proizvođaču, tipu, seriji, broju, godini proizvodnje i naznakama tehničkih karakteristika alata (npr. Snaga, radni napon, trenutna frekvencija, brzina, radni tlak medij i dr.), ako taj natpis ili njegov dio nisu utisnuti na samom alatu.

Ako je sadržaj podataka na natpisnoj pločici alata određen posebnim propisima, podaci na alatu moraju biti u skladu s tim propisima. Ako postoje opasnosti za radnike prilikom rukovanja i održavanja alata, zbog složenosti i skrivenih opasnosti ili opasnih tvari koje se koriste ili bi se mogle pojaviti tijekom radnog procesa, odgovarajuća trajna upozorenja i upute moraju se postaviti u neposrednoj blizini alata ili na to.



## **6.1. Zaštitne naprave i uređaji**

Zaštitni uređaji (ograde, nosači, štitnici, poklopci, kapije, oklopi, kapice, nape, odbojnici, uređaji za protuprovalno djelovanje proizvoda itd.) Uređaji su koji se moraju konstruirati i postaviti na alat tako da se spriječi ulaz ruku ili drugih dijelova tijela na opasnim mjestima (zonama) tijekom rada i kako bi se spriječili drugi štetni učinci izvora opasnosti.

Ostali štetni učinci mogu uključivati lom alata, odbijanje radnika, prskanje, prosipanje, požar, eksplozija, trovanje, korozija, opasno zračenje i drugi štetni učinci.

Ako se zaštitni uređaji moraju povremeno uklanjati ili otvarati iz tehnoloških razloga za inspekciju, podešavanje, zamjenu alata, popravke, čišćenje itd., Mora se instalirati uređaj za isključivanje alata dok zaštitni uređaj ne bude postavljen.

Pokretni dijelovi alata koji bi mogli ugroziti sigurnost radnika ili okoliš moraju biti zatvoreni zaštitnim ogradama ili zatvoreni oklopom, štitnicima, kućištem ili na drugi način.

Zaštitni uređaji moraju biti sigurno pričvršćeni na postolje ili drugi fiksni dio alata ili na građevinski dio zgrade u koji je alat postavljen. Zaštitni uređaji su, za razliku od zaštitnih uređaja, konstrukcijski elementi alata koji služe i za rad na alatu i za zaštitu radnika od određenih opasnosti.

### **Zaštitne naprave i uređaji moraju udovoljavati ovim uvjetima:**

- moraju biti dovoljno čvrsti i otporni,
- moraju biti izrađeni od prikladnog materijala,
- moraju biti odgovarajućih dimenzija,
- ne smiju svojim položajem i izvedbom stvarati nove izvore opasnosti,
- moraju biti izvedeni tako da se ne mogu skinuti bez upotrebe alata.

Ako se na alatu koristi dvoručni sklopni uređaj za zaštitu radnika, moraju postojati dva pokretača (tipke, poluge itd.) Na koja radnik mora istovremeno djelovati tijekom opasnog radnog postupka.

Udaljenost između pokretača (dvije poluge, gumbi, tipke ili poluge) na dvoručnoj komandi mora biti takva da ih ne može aktivirati ista ruka ili drugi dio tijela.

Zaštitne blokade (zaštitni uređaji za zaključavanje) su uređaji koji osiguravaju međuovisnost rada zaštitnih uređaja ili uređaja i alata ili njihovih dijelova.

Međuviznost se osigurava posebno u slučajevima kada je potrebno da alat ili njegov dio ne mogu biti pušteni u rad dok zaštitni uređaj ili uređaj nisu ugrađeni ili pušteni u rad ili ako se zaštitni uređaj ili uređaj ne mogu ukloniti dok alat ili je dio uklonjen. nemoj prestati.

Zaštitne brave moraju biti izvedene tako da zaštitni uređaji i zaštitni uređaji automatski rade od početka opasnosti ili od početka rada alata s opasnim tvarima.

Ovisno o vrsti oruđa, zaštitne blokade prema zaštitnim napravama i uređajima moraju osiguravati:

- 1) da su tijekom opasnog kretanja ili rada s alatima s opasnim tvarima zaštitni uređaj ili zaštitni uređaji učinkoviti cijelo vrijeme rada;
- 2) da automatski zaustavi rad alata u slučaju uklanjanja ili otvaranja zaštitnih uređaja ili zaštitnog uređaja;
- 3) da je uklanjanje ili otvaranje zaštitnih uređaja ili zaštitnog uređaja moguće samo kada je potpuno zaustavljeno opasno kretanje ili rad alata s opasnim tvarima i onemogućeno djelovanje preostale energije nakon isključivanja alata.

## **6.2. Održavanje i servisiranje**

Prije čišćenja, popravka i dugotrajnih prekida, radi servisiranja električnih alata, elektroenergetski vod mora se odspojiti na mjestu priključka na distribucijskoj mreži i do uređaja za iskop napajanja (rastavljač, rastavljač, sklopka ili utikač).

Uređaj za odspajanje s napajanjem može biti opremljen uređajem koji se može zaključati kada je u položaju "isključeno" (na primjer pomoću lokota ili na drugi način) ili će se zaključati u kućište ili drugi zatvoreni prostor ključem ili alatom , ili postavljen pored njega ili postavljen na ploču s riječima "Ne uključuje se - popravak je u tijeku".

Samo kvalificirana i ovlaštena osoba može održavati, popravljati i podešavati alat, sljedeći tehničke upute proizvođača alata. Radnik koji radi na održavanju, popravku i podešavanju alata ne smije samovoljno mijenjati dijelove alata, mijenjajući tako njegova svojstva i funkciju. Karakteristične organizacije mogu promijeniti samo profesionalnu i ovlaštenu osobu na temelju odgovarajuće tehničke dokumentacije.

## 7. KARAKTERISTIKE CNC STROJEVA

Neke od karakteristika CNC strojeva su :

- mogućnost obrade najsloženijih strojnih dijelova.
- visoka produktivnost.
- velika brzina rada zbog povećanih režima rada.
- robusnija konstrukcija stroja.
- bolje vođenje (npr. kuglično navojno vreteno), što rezultira većom preciznošću (0,001mm).
- obilno podmazivanje i hlađenje alata (do 100 l/min i više ) čime se produljuje vijek trajanja alata.
- korištenje najkvalitetnijih alata sa reznim oštricama od tvrdih metala i keramike.

Najnoviji strojevi su tzv. OBRADNI CENTRI koji obrađuju izratke vrlo složene geometrije s visokim stupnjem preciznosti. Ovi strojevi omogućuju cjelovitu obradu obratka s automatskom izmjenom alata (spremnik s mehaničkom rukom za zamjenu alata). Obradak ima mogućnost okretanja i kretanja u više smjerova. Povezivanje više CNC strojeva čini tzv. FLEKSIBILNI OBRADNI CENTAR - sadrži nekoliko obradnih centara povezanih transportnim sustavom. Posljednje postignuće je povezivanje niza fleksibilnih obradnih centara koje poslužuju roboti. To su "tvornice bez ljudi" potpuno automatizirane u kojima se postiže najveća produktivnost.

## 8. NAPORI

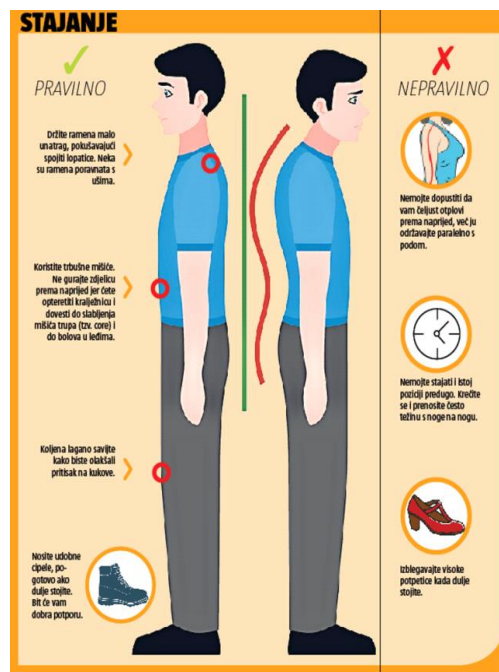
### 8.1. Statodinamički napori

Pri obradi na obradnim strojevima materijali obično imaju težinu iznad 5 kilograma što se svakako povećava kada se više predmeta radi brže obrade slaže u specijalne radne naprave pa se dolazi do 25 kilograma i više. Svakako je pritome potrebno imati specijalne radne naprave kako radnici ne bi bili izloženi naporima. Osnovni napori pri radu su svakako dugotrajno stajanje, saginjanje, guranje podizanje tereta i slično.

#### Stalno stajanje

Naime neizbježno je stalno stajanje tokom čekanja obrade stroja te programiranja stroja što uzrokuje bolove u nogama kao i bolove u kralješnici te vratu. Stoga je vrlo važno imati ispravan položaj tokom stojećeg stava kako je prikazano na slici.

Slika 13. Pravilno i nepravilno stajanje



Izvor :

[https://img.24sata.hr/GP0EB\\_kVS0aKjY9\\_CbE1w-9iuus=/622x0/smart/media/images/2018-08/stajanje\\_cms.png](https://img.24sata.hr/GP0EB_kVS0aKjY9_CbE1w-9iuus=/622x0/smart/media/images/2018-08/stajanje_cms.png)

## Pognut položaj tijela

Pognut položaj tijela je prisutan tokom izmijene gotovih izradaka sa sirovim obradcima unutar stroja što izaziva bolove u leđima ako taj proces traje duže vremena.

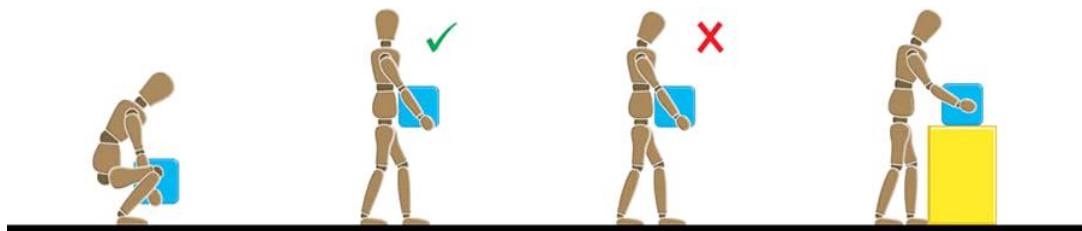
## Guranje tereta

Kutije koje su pune metalnih i željeznih izradaka koje se nalaze na podu velike su težine te neispravnim guranjem do željene pozicije dolazi do oštećenja kralježnice.

## Dizanje i nošenje tereta

Završeni izradci se stavljaju u kutije na stolove naime ako je serija velika masa te kutije sa gotovim izradcima može težiti i do 50-60 kg te podizanje te kutije i spuštanje na pod može uzrokovati napore kralježnice pogotovo ako neispravno podižemo i nosimo teret. Do dizanja također dolazi prilikom nošenja kutija punih metalnim izradaka od stroja do stroja sa palete.

Slika 14. Pravilno i nepravilno nošenje tereta



Izvor :

<https://edu.cooking-tour.eu/wp-content/uploads/2019/08/82-1.jpg>

## **8.2. Psihofiziološki naponi**

Teško je biti fokusiran na radni zadatak kada postoje mnoga ometanja i vanjski čimbenici koji utječu na psihi radnika. Napor može biti psihički uzrokovan većim otkucajima srca, pretjeranom bukom, vlagom i jednostavno nemirom čiji je uzrok radna okolina npr. Svjetlosni signali (blijebanje), produljeni rad, velika odgovornost za ljudske živote i materijalna dobra i slično.

### **Produljeni rad**

Postoji mogućnost produljenog rada. On je prisutan u slučaju povećanog obujma posla. Kada se pojavi takav period poslovođa određuje radnike obavljaju posao. Prekovremeni sati se ne rade više nego što je to zakonski dopušteno. Prekovremeni sati su dodatno plaćeni prema zakonu, te je moguće iskoristiti i zakonske povlastice koje pruža prekovremeni rad (slobodni dan).

### **Odgovornost za živote ljudi i materijalna dobra**

Svaki obradak koji se obrađuje bitno je pravilno pozicionirati u škripu te nakucati po potrebi kako nebi došlo do škartiranih izradaka, pogotovo ako su izradci veće dimenzije radi se o velikoj financijskoj vrijednosti. Programeri moraju voditi računa o korištenju strojeva jer ukoliko dobro ne programiraju stroj može doći do oštećenja stroja što izaziva ekonomski gubitak. Oštećenje stroja smanjuje mogućnosti samog rada stroja te se gubitak također očituje u nemogućnosti ostvarivanja dogovorenog roka isporuke izradaka prema naručitelju što smanjuje cijenu izratka.

### **Svjetlosni signali i znakovi**

Svjetlosni signali su prisutni tokom zvonjenja telefona (svaka dio firme ima svoj telefon s kojim programeri komuniciraju sa nadležnim osobama) zbog buke strojeva koja je prisutna te

je zvuk telefona umanjen. Svjetlosni signali su vidljivi i na strojevima te je uz pomoć njih vidljivo da li stroj radi ili ne radi.

### **Premali utjecaj na rad**

Vrijeme trajanja programa može trajati dosta dugo te se radnici u takvim trenucima mogu naći u iskušenju odlaska od stroja što može prouzročiti oštećenje stroja ako se ne reagira u određenom vremenu na grešku stroja koja se dogodila u tom trenutku.

### **Zahtjev za visokom kvalitetom rada**

Kao što je navedeno u sažetku tokom rada za CNC strojem se radi sa jako malim dimenzijama oku nevidljivim te je potrebna potpuna pažnja programera tokom izrade programa ,kao i osoba koje rade serije obradaka. Potrebna je maksimalna koncentracija dok se obradak stavlja u škrip.Tokom završetka obrade potrebno je svaki obradak detaljno izmjeriti te usporediti sa mjerama koje se nalaze na nacrtu naručitelja.

### **Komunikacija s osobama**

Kao što je navedeno prisutna je konstantna buka strojeva koja je na gornjoj granici dopuštene vrijednosti, stvara smetnje oko komunikacije između zaposlenih.

## 9. OPASNOSTI NA RADNOM MJESTU

Na radnome mjestu obradnog stroja nalazi se mnogo ručnih alata koji služe spajanju, montiranju, čišćenju i slično (škare, čekići, odvijači, radne naprave). Preporuka je da se uvijek postavi kutija za prvu pomoć na jasno vidljivo mjesto i educira radnika za porezotine i slično. Naravno treba pratiti i cijepljenje za tetanus te sredstva za sterilizaciju i čišćenje rana.

Pogonjeni ručni alat – električni ili na baterije

Ručni alati s električnom i drugom pogonskom energijom (bušilice, brusilice, pile, noževi, blanjalice, pervibratori, prskalice, motorne pile, škare za lim, čekići itd.) Moraju biti projektirani i izrađeni tako da rad s njim ne zahtijeva posebno velike fizičke napora ili predstavljati opasnost za život i zdravlje radnika koji se njime bavi. Ovisno o karakteristikama, alat mora imati natpisnu pločicu s vidljivim i trajnim natpisom na osnovnim tehničkim podacima (snaga motora, karakteristike električne struje, tlak u pneumatskom ili hidrauličnom pogonu, broj okretaja ili hoda u minuti itd.), Ako ovaj natpis nije utisnut na alat.

Jednostavan ručni alati

Koriste se razni nožići, čekići, turpije, alati za skidanje oštih rubova koji nepravilnom primjenom mogu izazvati posjekotine, ubode, udarce te štrcanje metalnih strugotina u oko. Koriste se i radne naprave za mjerenje, pomična mjerila, mikrometri, letve za mjerenje, niveliri i slično što također može imati oštre rubove.

Slika 15. Ručni alati



Izvor: obrada autora



## **Strojevi i oprema**

Sami CNC stroj predstavlja mnoštvo opasnosti ako se ne pridržava pravila koja su napisana na njemu npr. vrata se obavezno ne smiju otvarati tokom obrade jer može doći do iskakanja metalne strugotine u oko (same strojeve je nemoguće otvoriti tokom obrade, otvaranje je moguće tek kada stroj u potpunosti miruje). Također alat koji obrađuje obradak se ne smije dotaknuti jer može dovesti do velikih oštećenja kao što su gubitak prsta ili cijele ruke, također se ne smije dotaknuti transporter koji izbacuje metalnu strugotinu van stroja. Oprema odnosno alati koji obrađuju metal su vrlo oštri te mogu izazvati ozljede neprimjerenim korištenjem.

### **9.1. Mehaničke opasnosti**

#### **Prijenosna sredstva: viličari**

Najvažnije educirati radnika, tu se govori o 1 do 3-5 tona materijala koji može pasti i ozlijediti radnika. Velike težine znače veće rizike za neprimjetno oštećenje nosive strukture materijala zato je važno da se zna koliki teret koji viličar može nositi. Pri tome treba i jasno naznačiti puteve kojima se viličari kreću te isti moraju biti održavani i s smanjenim rizikom da padne prepreka na putanju kretanja.

Koriste se viljuškari i paletari, tokom rada za viljuškarom radnik je obavezan biti stručno osposobljen za upravljanje viljuškarom te mora dobro promatrati okolinu tijekom uporabe da ne bi došlo do sudara sa drugim viljuškarom ili pak sa osobom gdje su posljedice opasne po život, također rad za paletarima može imati štetne posljedice za radnika ako radnik ne drži ispravan položaj tijela te ako radi sa preopterećenim kilažama može doći do oštećenja kralježnice.

#### **Dizalice (vertikalni prijenos)**

Hidraulika pokreće dizalice a to znači da postoje klipovi koji se pokreću tlačenjem maziva koje stari i treba se redovno servisirati. Ako se ne održavaju dizalice propadaju i pri novoj uporabi trebaju se atestirati s teretom koji simulira dopuštene nosivosti. Za dizalice veće klase opterećenja preporuka je i kontrola na tjednoj bazi i to kliznih staza, sajli, kuke i slično. U tvrtki ElconGareatebau koriste se dizalice za podizanje velikih dimenzija škripaca i izradak

koji se ručno ne mogu staviti u stroj, te postoji mogućnost od pada ako se nepropisno sa njima koristi, posljedice mogu biti opasne po život. Iz toga razloga osobe koje upotrebljavaju dizalice moraju proći stručno osposobljavanje.

### **Rukovanje predmetima**

Rukovanje metalnim izradcima koji imaju oštre rubove može uzrokovati razne posjekotine te ako su izradci većih masa mogu prouzročiti nagnječenja dijelova tijela koji su izloženi. Kako bih se to spriječilo koriste se zaštitne rukavice te dodatni uređaji koji su spomenuti. Svakako radnici trebaju biti uvježbani te izvoditi specifične pokrete kako ne bi došlo do neželjenih oštećenja recimo pri podizanju i spuštanju predmeta, pri zahvaćanju predmeta. Tu je svakako napomena na rukavicama koje se troše i koje treba redovito mijenjati i održavati a najvažnije ispravno odabrati za odabranu namjenu.

## **9.2. Opasnosti od padova**

### **Pad predmeta**

Padovi predmeta su učestali, mogu uzrokovati razne udarce i oštećenja ovisno o težini i obliku. U tu svrhu je obavezno korištenje zaštitne obuće jer neki izradci znaju imati veliku masu i oštre rubove te tako mogu izazvati veoma štetne ishode.

A razlozi padova su razni od curenja ulja iz strojeva, izradaka, od loših vremenskih uvjeta, neodržavanja tla, temperaturnih promjena i slično.

### **9.3. Fizikalne štetnosti**

#### **Kontinuirana buka**

Prisutna je konstantna buka strojeva koja je na gornjoj granici dopuštene vrijednosti, stvara smetnje tokom komunikacije između zaposlenih. Korištenjem zaštitne opreme za sluh sprječavaju se ozljede tj. oštećenje sluha. Nemoguće je u potpunosti eliminirati buku na radnom mjestu zato je važno odabrati metode za njeno smanjenje. Buka se može smanjiti na način da se pravilno odrede poslovi koji stvaraju buku i rasporede radnici, da se koriste zavjese, tla i ograde za smanjenje ili usmjeravanje buke.

#### **Ometajuća buka**

Ometajuća buka se javlja tokom ispuhivanja komprimiranog zraka na obratke te je komunikacija nemoguća dok vršimo tu radnju također do intenzivno jake buke dolazi kada se ispuhuju konusne rupe na metalnim komadima gdje se razina buke podiže preko 130 dB/A radnici moraju imati zaštitu za uši tokom vršenja te radnje inače bi bubnjići uha mogli popucati.

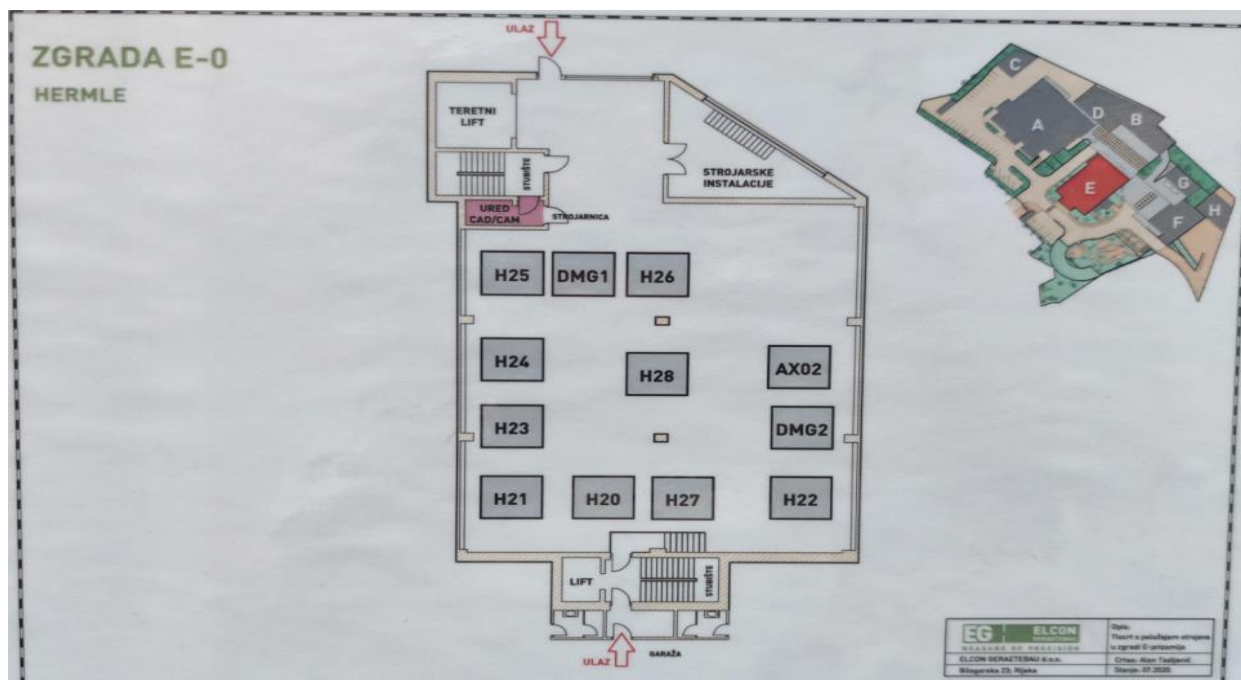
## 10. POZICIJA STROJEVA U HALI I LOKACIJA FIRME

### 10.1. Pozicija stroja u hali

Strojevi su postavljeni uskladu sa zakonom na određenoj propisanoj udaljenosti jedan o drugom ,taj razmak između strojeva omogućava radnicima nesmetan rad i koncentraciju tokom obavljanja radnih zadataka. Tvrtnka Elcon Garaetebau broji preko 150 strojeva od tokarilica, glodalica, bušilica, pila, mjernih uređaja, lasera itd. Svaka radiona posjeduje kuhinju i toalet kako bi radnik imao što bolje uvjete za rad.

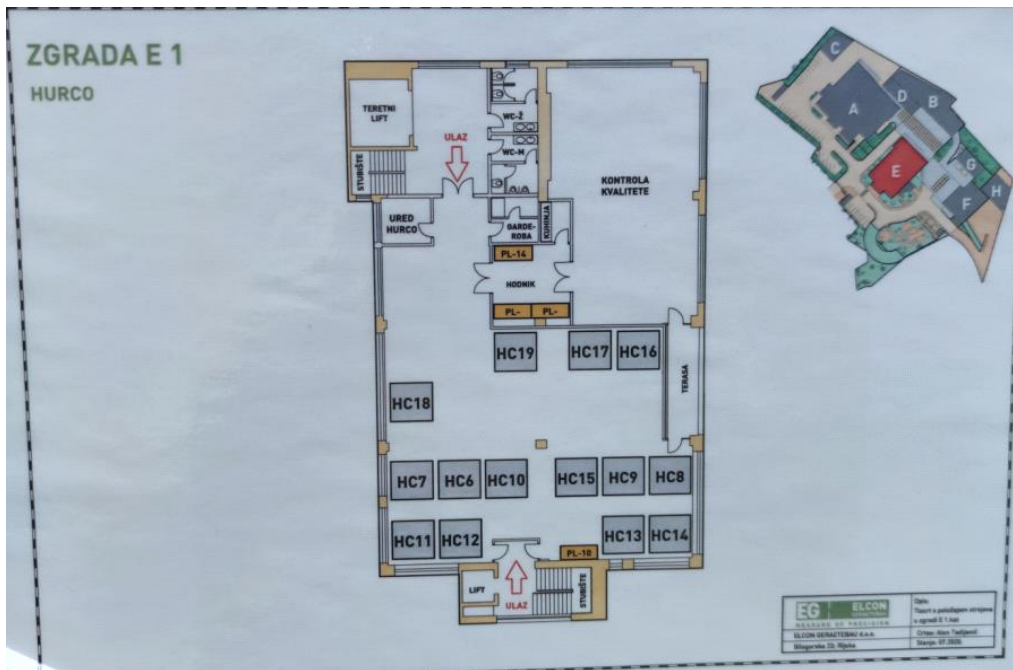
Ispod su prikazani tlocrti hala odnosno raspored strojeva ,prostora za toalet te kuhinja za obavljanje užine:

Slika 16. Nacrt zgrade E-0



Izvor: obrada autora

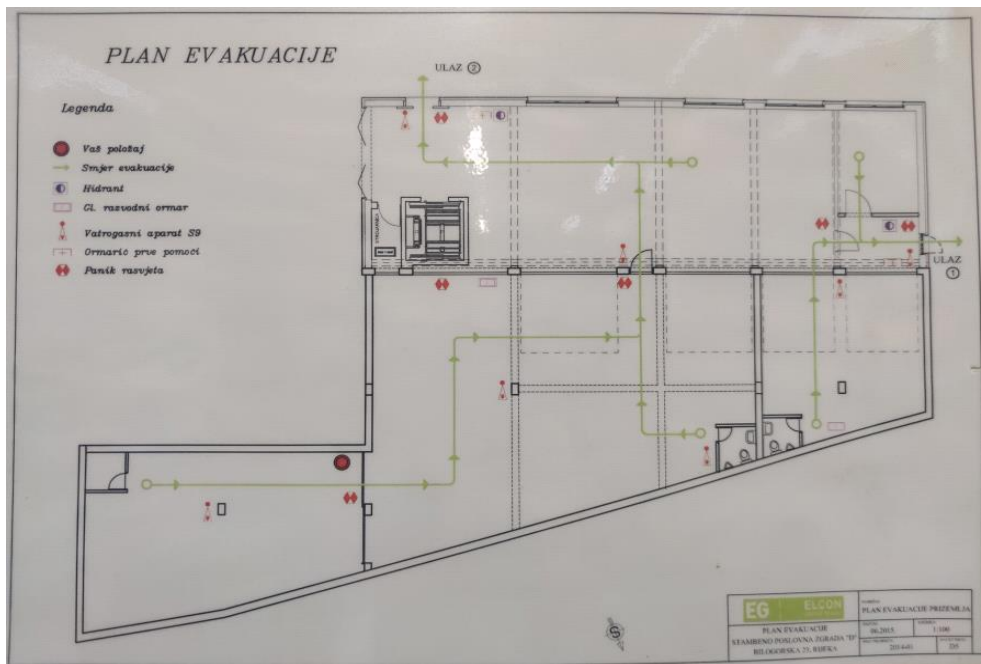
Slika 17. Nacrt zgrade E-1



Izvor: obrada autora

Prikazan je tlocrt puta evakuacije, te kako bi radnici u nepoželjnim situacijama pronašli najkraći mogući put na siguran prostor. Svaka radiona ima ovakav plan evakuacije kao što je prikazano na slici.

Slika 18. Plan evakuacije

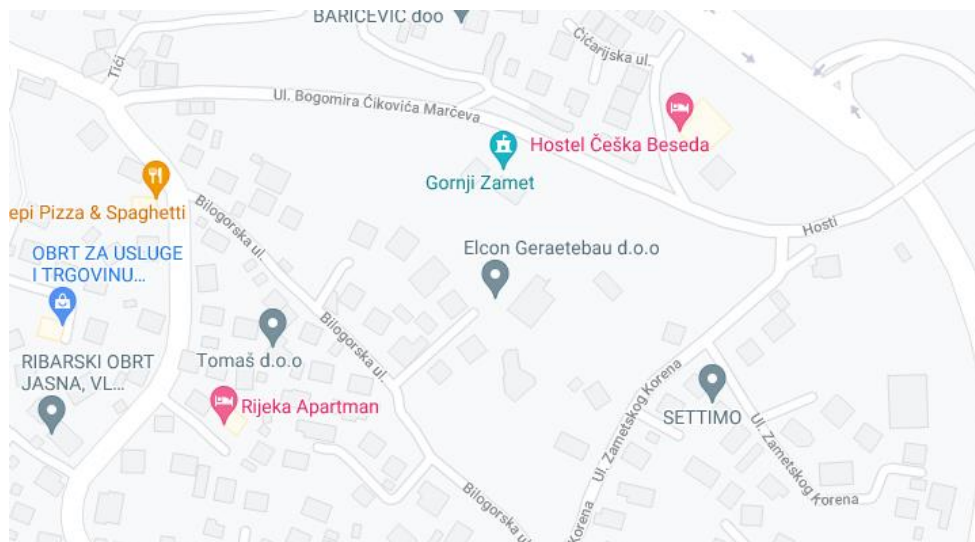


Izvor: obrada autora

## 10.2. Lokacija tvrtke

Tvrtka je smještena na Rujevici u Bilogorskoj ulici 23. Te posjeduje četiri velika objekta i dva kata podzemne garaže. Glavni objekt je na pet etaži konstrukcija je od armiranog betona te je nedavno izgrađena 2016 godine. Izlazi su popraćeni znakovima za evakuaciju te se u svim prostorijama nalazi plan evakuacije.

Slika 19. Lokacija objekta



Izvor : Google maps

Slika 20. Glava zgrada



Izvor: obrada autora

Slika 21. Ulaz u poduzeće



Izvor: obrada autora

## 11. RASPRAVA I KRITIČKO MIŠLJENJE

Manje ozljede se mogu događati unatoč zaštiti jer se radi sa oštrim predmetima i alatima. Ozljede kao što su porezotine ,ogrebotine u velikoj mjeri se sprječavaju korištenjem propisane zaštitne opreme koju svaki radnik mora nositi. U slučaju ozljede svaki radni prostor ima osobu zaduženu i obučenu za pružanje prve pomoći sa svom potrebnom opremom.

Zaista je jako nužno paziti kada se uzimaju u ruke izradci jer su rubovi jako oštri i preporučuje se da se koriste rukavice tokom prenošenja izradaka, osim što su oštri problem stvara i njihova težina odnosno velika površina te ako dođe do pada izradaka mogu nastati nagnječenja i posjekotine ako radnik ne koristi radne cipele sa metalnim očvršćenjem na vrhu.

Svim radnicima je omogućena osobna zaštitna oprema te mogu bezbrižno raditi u sigurnijim uvjetima. Izrazito je bitno konstantno raditi na osvještavanju radnika kako bi koristili neprestano zaštitnu opremu. Rad na CNC stroju je siguran rad ukoliko se propisano koristi samim strojem i dodatnom opremom međutim isto tako može biti i opasan rad ako opremu ne koristimo jer velika je mogućnost posjekotina a i oštećenja vidnih osjetila radi oštrih krhotina koje mogu završiti u oku tokom obrade raznih metala naročito kada se radi sa aluminijem čija krhotina dosta brzo leti , a još veći problem stvara čelična strugotina čija krhotina ima duži let pod konstantnom brzinom te je nužno koristiti OZO ( osobna zaštitna oprema ) za oči.

Prilikom zapošljavanja novih radnika radnici su obvezni pohađati ispit sigurnosti na radu kako bi bili upućeni u moguće opasnosti i štetnosti koje se mogu dogoditi tijekom rada te sa tim postupkom moraju steći neke minimalne uvide o sigurnosti na radu. Svaki novi zaposleni radnik nakon određenog vremena pohađa navedeni ispit što uvelike olakšava i pomaže stručnjaku sigurnosti na radu koji je zadužen za sigurnost unutar tvrtke, i na koncu krajnji rezultat je da je nezgoda,ozljeda i ostalih štetnih i nepoželjnih čimbenika uvelike manje.

Stariji radnici dosta teže prihvaćaju obrazovanje o sigurnosti i ispravno sigurnom načinu rada , te se oslanjaju na svoje iskustvo, a ne na ispravan i siguran rad što je rezultat ozljeda i nezgoda.



## 12. ZAKLJUČAK

U ovome radu ispitivani su strojevi po zakonima zaštite na radu i ostalim propisima te zadovoljavaju uvjetima radnih zadataka i dnevnom odnosno tjednom boravku u radionama. Postignuti su svi ciljevi ispitivanja, provedena su određenja mjerenja radne okoline te i samim time ostvarena je postavljena hipoteza te se u tvrtci provode zakoni zaštite na radu pod nadzorom stručnjaka sigurnosti na radu. Ispitivanje je provedeno u tvrtki ElconGareatebau koja posjeduje preko 150 CNC glodalica i tokarilica.

Emulzija u doticaju sa kožom kroz duže vrijeme može izazvati određenim osobama crveni osip jakog svraba te naglo sušenje kože te se preporučuju zaštita za ruke u takvim situacijama. Svaki CNC stroj posjeduje dva glavna osigurača na vratima od alata te na glavnim vratima samog stroja, ako se vrata pokušaju otvoriti tokom rada stroja obrada se odmah zaustavlja kako ne bi došlo do nepoželjnih i po život opasnih radnji, te kvar toga osigurača dovodi u opasnost radnikovu sigurnost i dosta je bitno voditi evidenciju o ispravnom radu osigurača. Programeri moraju voditi računa o opasnostima koje mogu prouzročiti tokom programiranja te trebaju biti vrlo pažljivi, ukoliko se program loše napravi može doći do pucanja alata ili izbijanja izratka iz škripa te time oštetiti zaštitno staklo ili ga čak probiti te tako ozlijediti operatera.

Dobiveni parametri buke osvjetljenja i mikroklima tokom mjerenja i analize su u dopuštenim granicama. Dobiveni rezultati pokazuju da je intenzitet buke na svim radnim mjestima u granicama dopuštenog, što znači da udovoljava svim potrebnim normama. Kada je izloženost buci jednaka ili veća od gornje granice upozorenja, poslodavac mora radnicima osigurati odgovarajuću osobnu opremu za zaštitu sluha.

U tu svrhu preporučuje se sljedeća osobna zaštitna oprema:

1. Štitnici za uši (prema normi HRN EN 352-1. Dio).
2. Čepići za uši (prema normi HRN EN 352-2. Dio).
3. Otoplastika - koja se izrađuje prema individualnim mjerama korisni.

Mjerenjem parametara osvjetljenosti u radnoj prostoriji zadovoljava norme. minimalna osvjetljenost iznosi 430 lx, a maksimalna 485 lx. Uzrok varijacije izmjerenih podataka je; broj i raspored rasvjetnih led lampi i naradnom mjestu, prisutnost većih predmeta (strojeva, paleta) koji bacaju sjenu na radno mjesto, prozori i njihov položaj u odnosu na radno mjesto, vrijeme (oblačno ili vedro). Sve su to čimbenici koji utječu na raznolikost intenziteta svjetlosti.

Radnici su obvezni biti pažljivi i uvijek spremni na grešku i neočekivani događaj stroja te se držati detaljno napisanih opasnosti i štetnosti koje su otisnute na svakom stroju. Pridržavajući se tih pravila i načela radnikov boravak i rad unutar tvrtke će biti sigurniji i manje opasan te tako neće ugrožavati svoje zdravlje i zdravlje ostalih radnika.

## **LITERATURA**

1. <https://hr.wikipedia.org/wiki/Aluminij>
2. <https://repozitorij.fkit.unizg.hr/islandora/object/fkit%3A80/datastream/PDF/view>
3. [https://static.wixstatic.com/media/f49e71\\_513ef79cb3774201bede395686c765fd~mv2.png/v1/fill/w\\_558,h\\_558,al\\_c/140SLM\\_edited.png](https://static.wixstatic.com/media/f49e71_513ef79cb3774201bede395686c765fd~mv2.png/v1/fill/w_558,h_558,al_c/140SLM_edited.png)
4. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=67686>
5. <https://www.google.com/maps>
6. [https://www.metroteh.hr/extech-lt-40-prodimg-78\\_tiny.png?v=1415626084](https://www.metroteh.hr/extech-lt-40-prodimg-78_tiny.png?v=1415626084)
7. <https://zastitanaradu.com.hr/novosti/Rad-sa-strojevima-i-uredajima-s-povecanim-opasnostima-26>

## **PRAVILNICI I ZAKONI REPUBLIKE HRVATSKE**

1. HRN EN 12464-1:2008- Svjetlo i rasvjeta – Rasvjeta radnih mjesta – 1.dio; Unutrašnji radni prostori.
2. Pravilnik o ispitivanju radnog okoliša te strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (NN 14/02, 131/02 , 126/03).
3. Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04).
4. Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri uporabi radne opreme (NN 21/08).
5. Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13).
6. Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08).
7. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14 , 118/14 , 154/14).
8. Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09).

## POPIS SLIKA

Slika 1. Znakovi ZNR .....	5
Slika 2. Nacrt naručenog izratka .....	9
Slika 3. Operacije izradaka.....	9
Slika 4. Unutrašnjost stroja tokom obrade .....	10
Slika 5. Unutrašnjost stroja .....	11
Slika 6. Shematski prikaz programiranja .....	12
Slika 7. Strojni alati za obrada .....	13
Slika 8. Zvukomjer Norsonic .....	17
Slika 9. Mjerač osvijetljenosti.....	17
Slika 10. Aluminijska folija .....	26
Slika 11. Boksit .....	27
Slika 12. Utjecaj molekulne mase na neka mehanička svojstva plastomera.....	29
Slika 13. Pravilno i nepravilno stajanje.....	35
Slika 14. Pravilno i nepravilno nošenje tereta.....	36
Slika 15. Ručni alati .....	39
Slika 16. Nacrt zgrade E-0 .....	43
Slika 17. Nacrt zgrade E-1 .....	44
Slika 18. Plan evakuacije .....	44
Slika 19. Lokacija objekta.....	45
Slika 20. Glava zgrada .....	45
Slika 21. Ulaz u poduzeće .....	46

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Mikroklima i radna okolina.....	8
Tablica 2. Propisane razine rasvjete .....	15
Tablica 3. Parametri buke.....	19
Tablica 4. Parametri osvjetljenosti .....	20
Tablica 5. Parametri mikroklike.....	20
Tablica 6. Dnevna i tjedna razina buke .....	21
Tablica 7. Mehanička svojstva aluminija .....	28