

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: Инжењеринг безбедности и управљање ризиком

Број индекса: 413/2011

Катарина С. Ђорђевић

**Механичке опасности и системи заштите на CNC
машинама
мастер рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Доц др. Иван Мачужић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Циљ безбедности и здравља на раду, као и прописа којима се уређује ова област, јесте спречавање повреда на раду, професионалних болести и других болести у вези са радом, као и да се обезбеди заштита радне околине у ширем смислу. Предуслов за успешну примену и спровођење мера за безбедан и здрав рад на радном месту и у радној околини почиње идентификацијом свих опасности и штетности на радном месту и радној околини па све до спровођења мера смањење повреда на раду и професионалних обољења.

У оквиру овог мастер рада студент треба да идентификује све могуће опасности и штетности, стављајући акценат на механичке опасности. Након идентификације, студент треба да спроведе процес процене ризика и да предложи мере за смањење настанка могућих нежељених и непланираних догађаја. Поред тога студент треба да предложи примере унапређења заштите на CNC машинама.

Препоручена литература:

[1]Иван Мачужић, Безбедност и здравље на раду, Машински факултет, Крагујевац – Нови Сад, 2009.

[2]Иван Мачужић, Процена ризика на радном месту–Водич за практичну примену, Машински факултет, Крагујевац

Крагујевац, 2013

ментор:

Доц др. Иван Мачужић

Резиме

CNC глодалица је врста обрадне машине која користи рачунарску контролу да обави сет операција. Упутства за рад машине су унесена у нумеричком облику на оптички (компакт диск, двд диск), магнетски (хард диск, дискета) или флеш. Програм унесен у рачунар CNC машине садржи све инструкције потребне за обликовање одређеног објекта. Главне предности CNC глодалице су аутоматска операција и прилагодљивост.

CNC програмер користи математичку дефиницију да одреди редослед операција потребних да се произведе објект или изведе процес. Он исто утврђује алат који ће се користити, брзине рада, и користи посебни програмски језик да припреми симболички програм.

Кључне речи : CNC технологија, технички систем машине, ризик на радном месту

Summary

CNC milling is a kind of machine that uses computer control and to perform various set of operations. Instructions for the machine are entered in numeric form on the optical (CD, DVD) , magnetic (hard disk, floppy disk) or flash drive. Computer program entered into a CNC machines containing all the instructions necessary for formation of a particular object. The main advantages of CNC milling machines are automatic operation and adaptability.

CNC programmer uses a mathematical definition to determine the sequence of operations required to produce an object or perform the process. It also determines which tool to use, speed, and special programming language used to prepare a symbolic program.

Keywords: CNC technology , the technical system of the machine , the risk in the workplace

САДРЖАЈ

1. Увод.....	1
2. CNC технологија и CNC машине	2
3. Технички систем HAAS Toolroom Mill TM-1	5
3.1. Основни улазни, излазни и параметри стања техничког система	8
3.2. Структурни елементи техничког система.....	9
3.3. Носећа структура система	10
3.4. Погонски системи и агрегати.....	11
3.5. Управљачки систем и интерфејс оператера	14
4. Основе о заштити од повреда на машинама.....	16
4.1. Опасне зоне на машини	16
4.2. Опасности и повреде при механичком кретењу и радним операцијама.....	17
4.3. Захтеви за заштитом	19
4.4. Немеханичке повреде	19
4.5. Обука.....	20
4.6. Заштитна одећа и средства личне заштите	21
5. Методе заштите од повреда при раду на машинама.....	21
5.1. Заштитне направе.....	22
5.2. Помоћни заштитни механизми и системи	24
5.3. Заштита помоћу положаја или растојања	26
6. Опасности и штетности на радном месту	28
7. Ризик на радном месту	28
8. Процена ризика на радном месту	32
8.1. Опасности од покретних делова машина или опреме	32
8.2. Опасности од површина, објекта, предмета, алата и материјала са високим или ниским температурама	35
8.3. Штетности везане за повећани ниво буке и вибрација на радном месту	36
8.4. Штетности везане за неправилан и нефизиолошки положај тела током рада	37
8.5. Штетности везане за изложеност радника стресу, злостављању или насиљу на радном месту	39
8.6. Опасности од објекта, алата или делова опреме са оштрим, абразивним или на други начин опасним површинама	40
8.7. Хемијске штетности на радном месту	42
8.8. Штетности везане за неадекватно осветљење на радном месту.....	44
Закључак	45
Литература :.....	46

1. Увод

Свако произведено добро има свој „животни век“ чија дужина зависи од начина руковања, али и од одржавања и начина ремонта истих. Свака радна средина која у свом оквиру садржи и машинску радионицу има за циљ да изрази и одржава своје производе у радној средини таквој да буде у складу са свим правилима и нормама које прописује Заштита на раду као институција у чијем домену је обезбеђивање сигурног и безбедног рада свих учесника радног процеса.

Добрим и успешним предузећем се не може више сматрати оно предузеће које је остварило висок профит већ оно које је поред профита обезбедило својим запосленима сигурну и безбедну радну средину у складу са Уставним и законским нормама који се односе на рад и заштиту на раду.

Предузеће које у својој делатности садржи и обављање послова обраде метала у општем акту изаштита на раду мора обухватити делове који се односе на заштиту на раду на средствима за рад, средствима и опреми личне заштите на раду и на лица која рукују њима.

У оквиру овог мастер рада биће описани различити типови повреда који су изазвани механичким кретањем и радом, а такође ће бити приказани и неки од облика заштите радника од повреда. Информације које се могу наћи у овом мастер раду односе се на то : где најчешће може доћи до повреда при механичком кретању, које су врсте механичког кретања за које је потребно предузети мере заштите, где постоји потреба за додатну заштиту.

Поред теоријског приступа проблему мера заштите на раду у индустрији обраде метала, поменула сам и неке конкретне и практичне примере. Описала сам неке најважније механичке опасности и заштите на раду.

Ако се окренемо неко време уназад, проблем послодаваца са повредама запослених није утицао на њихов профит, јер је у то време радника било доста, а њихова цена мала. Развој индустрије и науке захтевао је од радника знање и стручност у обављању одређених послова, а тоје створило проблем послодавцу да у своју радну средину не може више уводити неквалификовану јефтину радну снагу. Уколико би дошло до повреде радника, његово испадање из радног система би проузроковало застоје, а самим тим и пад продуктивности и, аналогно, пад профита.

Временом ти проблеми са повредама у раду су се gomилали, па су приморали послодавце да приступе предузимању одређених мера у циљу спречавања повреда. У почетку није постојала организована борба против повреда на раду, преко организованих служби, којима би то био основни задатак. Власници предузећа као послодавци су решавање овог проблема поверили истакнутим стручњацима – инжењерима. Њихов задатак је био да путем техничке заштите утичу на смањење броја повреда, а самим тим на смањење издатака и губитака које су повреде проузроковале.

2. CNC технологија и CNC машине

CNC је скраћеница изведена из енглеског језика (Computer Numerica Control) и означава компјутерско нумеричко управљање. Она је опште прихваћена у машинству и означава машине управљане од стране рачунара, односно компјутера. Рачунар контролише и управља радом машине "читајући" инструкције у облику кодова. Технологија нумерички управљаних машина алатки (НУМА), какву данас познајемо, појавила се средином XX века у Сједињеним Америчким Државама (слика 1.) [1].



Слика 1. - Прва NC машина развијена на Massachusetts Institute of Technology (MIT) 1952. Године [1]

Технологија CNC машина, у данашњој индустрији, има широку примену. Могло би се рећи да се CNC машине данас (слика 2. и 3.) користе у свим производним делатностима. Због своје поузданости и прецизности CNC технологија је постала стандардна и незаменљива. Најчешће области примене CNC машина су:

- обрада дрвета
- обрада метала
- обрада пластике
- гравирање и др.



Слика 2. - Савремени типови CNC струга [1]

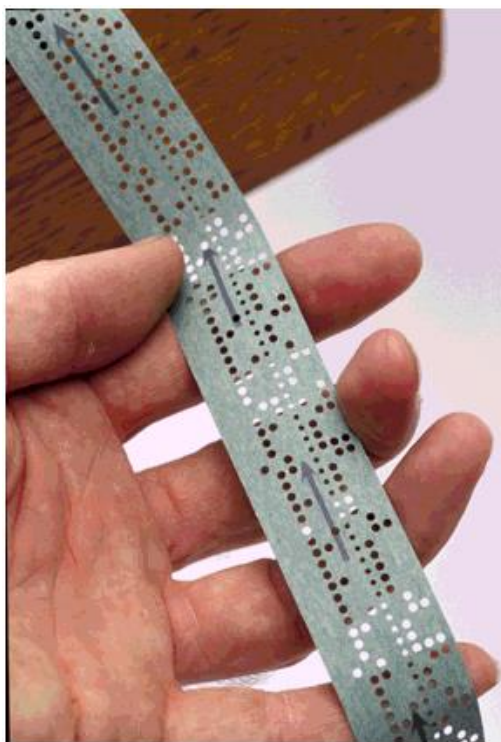


Слика 3. - Савремени типови CNC глодалице

Управљање NC машинама алаткама одвија се путем рачунарског програма унетог у управљачку јединицу машина. Програм је скуп шифрованих геометријско-технолошко-функционалних наредби којима се путем различитих физичких медија

(папирна трака, касета, дискета) дају управљачкој јединици нумерички управљане машине унапред замишљене радње.

Прве управљачке јединице биле су без компјутера и носиле су назив NC управљачке јединице (Numerical Control), а будући да се програм састојао од бројева и слова, отуда назив нумеричко управљање. Првобитне верзије NC машина захтевале су уношење програма преко бушене траке (слика 4). Наиме, инжењери су писали програме помоћу рачунара, пребацивали их на папирне траке уз помоћ тзв. бушача траке, а затим носили до машине и учитавали их у управљачку јединицу помоћу читача траке. Временом, дошло је до развоја NC технологије, а тиме и нових система управљања [1].



Слика 4. - Изглед бушене траке за NC машине [1]

Компјутерски нумерички управљаним машинама алаткама, CNC машинама, управља се помоћу рачунара, односно компјутеризоване управљачке јединице на самој машини. Данашње управљачке јединице грађене су на принципу коришћења микропроцесора, тј. малог рачунара који се може програмирати и тиме остварити процес нумеричког управљања. Због тога се такве управљачке јединице зову CNC (Computer Numerical Control) управљачке јединице. Овиме је учињен велики напредаку ефикасној припреми, организацији и извођењу производних операција. Како управљачка јединица садржи у себи рачунар, програми се могу меморисати, модификовати и дограђивати, а резултати таквих интервенција могу се одмах симулирати и проверити, пре него што производња почне. Програмирање CNC

машине алатке изводи се, како је наведено, помоћу рачунара, а у управљачку јединицу се преноси путем оптичких дискова, USB мемориских уређаја и путем рачунарске мреже. Како управљачке јединице поседују сопствену тастатуру и екран, програмирање је могуће извршити и директно на CNC машину [1].

3. Технички систем HAAS Toolroom Mill TM-1

Развојем концепта нумеричких машина, формирају се машински системи код којих се човек у потпуности или делимично ослобађа трошења, позиционирања алата, сложених активности управљања, ручног вођења алата по комплексној контури, прелаза са једне на другу контуру и других уобичајних радњи које су аутоматизоване. Мере које омогућују да се сваки процес са одређеним операцијама реализује самостално, уз циклично понављање одређују степен аутоматизације алатне машине. У оквиру овог мастер рада разматран је технички систем HAAS Toolroom Mill TM-1, једновретена вертикална глодалица (слика 5.) са ручном изменом алата, инсталирана на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. Основна функција разматраног техничког система је механичка обрада делова призматичног облика, мањих димензија и тежина [2].



Слика 5.- Технички систем HAAS Toolroom Mill TM-1 - Једновретена Вертикална глодалица [2]

Суштинска функција дотичног техничког система је да оставри програмом задате наредбе, а технолошка функција обраде реализује се низом елемената, алата, прибора, итд. Извршне органе техничког система покрећу погонски системи, на основу наредби

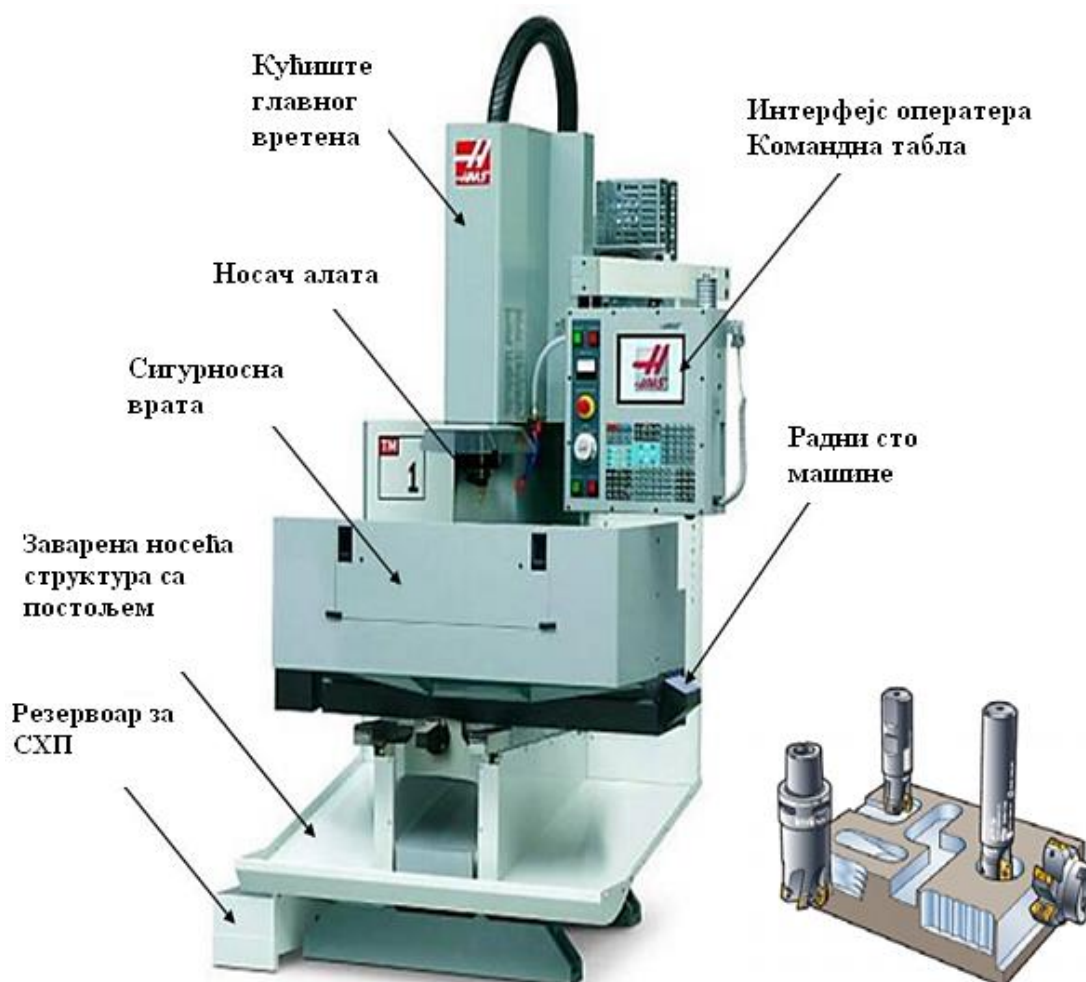
добити од управљачке јединице. Повретне информације о постигнутим положајима и текућим позицијама извршних органа управљачкој јединици шаљу мерни системи. Логичан распоред захтева је радни програм који обухвата све геометријске и технолошке информације потребне техничком систему за обављање радног задатка. Анализом техничке документације утврђене су основне карактеристике и подаци о разматраном техничком систему. Дате су у табели :

РАДНИ ПРОСТОР	
Максимум по X оси	762 mm
Максимум по Y оси	305 mm
Максимум по Z оси	406 mm
РАДНИ СТО МАШИНЕ	
Дужина	1213 mm
Ширина	267 mm
Максимална дозвољена тежина	454 kg
Ширина T жлеба	15.875 mm
Растојање између T жлеба	102 mm
Број T жлебова	3
ГЛАВНО ВРЕТЕНО	
Максимална брзина обртања	4000 o/min
Максимални обртни момент	45 Nm на 1200 o/min
Снага мотора главног вретена	5.6 kW
Подмазивање лежачева	Ваздушно/уљем
Хлађење	Ваздушно
ПОМОЋНО КРЕТАЊЕ	
Максимална брзина помоћног кретања у свим правцима	5.1 m/min
НОСАЧ АЛАТА	
Тип алата	Ct/bt/40
Максимални пречник алата	89 mm
Максимална тежина алата	5.4 kg
Тип могућег измењивача	Caorusel
ОСНОВНИ ПОДАЦИ	
Тежина машине	1315 kg
Максимални домет по ширини	2159 kg
Максимални домет по дубини	1626 mm
Притисак ваздуха	113 lpm на 6.9 bara
Електрично напајање	9kVA ; 208 VAC на 25 A3phase

Табела 1 - Карактеристике техничког система HAAS Toolroom Mill TM-1 [2]

Како не постоји систем за манипулисање предметом обраде ни систем за измену алата, неопходно је мануелним путем спровести одговарајућу процедуру. Ово не умањује

значај осталих перформанси (кретање алата по комплексним контурама, понављање циклуса, итд.), посебно ако се има у виду да је систем намењен, пре свега, едукацији и малосеријској производњи. Нуспродукти обраде, генерисани резањем су прашина, дим и струготина, за чије се одвођење из зоне обраде предвиђа коришћење млаза ваздуха под притиском. Средство за хлађење и подмазивање се гравитационо слива у резервоар и пречишћава посредством филтера и решетки. Командна табла показује тренутна стања и евентуалне грешке обраде на вретену [2].



Слика 6. - Основни елементи техничког система [2]

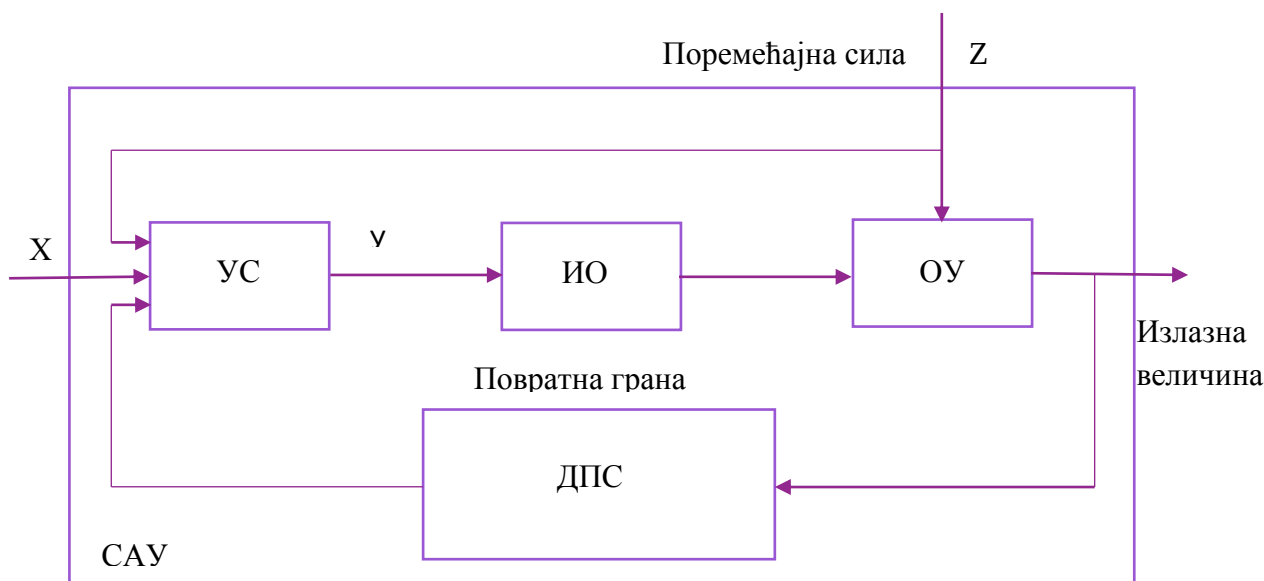
Посебни погон врши се праволинијско померање радног стола машине у X,Y правцу (посредством низа вођица и претварача обртног у праволинијско кретање), на кога се постављају предмети обраде, који се везују посредством стезних елемената. Након завршетка обраде вретено са носачем алата се одмиче у Z правцу, а сто машине заузима позицију која је дефинисана последњим блоковима програма. На крају овог општег разматрања треба напоменути и да су избегнути сви ризици од евентуалних повреда радника, низом безбедносних баријера, обезбеђена је једноставност приступа и прегледност текућих вредности параметра обраде и стања система у експлоатацији [2].

3.1. Основни улазни, излазни и параметри стања техничког система

Улазне информације дате су техничко – технолошком документацијом која је неопходан сегмент развоја како производа, тако и процеса. Улазна енергија омогућује извођење корисног рада и савладање свих отпора при оставривању обрадног процеса. Припремак са помоћним материјалом (средством за подмазивање), чини улазни материјал.

Излазне информације су квалитет и тачност (мера и облика) изратка, производност, степен искоришћења и економичност оставрења обрадног процес. Излазна енергија је топлотна, израдак је трансформисани улазни материјал, као и употребљено средство за подмазивање и отпадни материјал у виду прашине и струготине.

Сви технички системи и њихови технолошки процеси имају одређене поремећајне факторе који узимају у обзир промену силе обликовања, трења, стецања, као и деформације елемената система, хабања алата, буке, вибрације итд [2].



Слика 7. – Управљачки систем [2]

На управљани систем (ОУ) делује управљачка величина преко извршног органа управљачка (ИО), док управљачки систем (УС) има своју управљачку функцију (слика 7.). Тренутна вредност управљане величине Z добија се мерењем помоћу давача повратне спреге (ДПС) са укљученим поремећајима. Управљачка величина формира се на основу задате вредности улазне величине, сигнала повратне спреге и поремећаја, дакле врши се упоређивање излазног параметра са улазним. Ако се они разликују, формира се сигнал грешке. Утврђивање текућих параметара стања система у експлоатацији врши се низом мерних и сензорских елемената који могу давати како

сталне, тако и периодичне информације о њиховим вредностима, софтверским управљањем. Тренутно је могуће пратити параметре снабдевања мазивом елемената који се подмазују, температуру коју генеришу елементи у сталном контакту, похабаност фриксионих површина, вибрације лежајева, аксијално и радијално бацање стезне главе, постојање зазора, итд [2].

3.2. Структурни елементи техничког система

Израда и конструкција CNC машина разликује се од израде и конструкције конвенционалних алатних машина како у основи машинског система тако и у основи управљања. Ова разлика произилази из потребе за бољим перформансама алатних машина, па се у том циљу наводи неколико особености које HAAS Toolroom Mill TM-1 систем испуњава:

- Већи степен искоришћења – условљен учестанијим кретањима радних органа машине, већим оптерећењем елемената и већом уграђеном снагом мотора,
- Виша тачност – условљени виши захтеви код конструкције структуре у погледу крутости, пригушења, елиминисању топлотних деформација и хабања,
- Управљање свим функцијама машине је даљинско – сви преносници главног и помоћног кретања су посебно конструисани, независно управљани, а повезани су електричним и електронским путем,
- Свођење брзин–е кретања на пузећи ход код приближавања задатој координати у циљу смањења инерцијалних сила и остварења задате тачности,
- Позиционирање алата – носачи алата су аутоматизовани, а функције кретања алата укључене су у део нумеричког управљања,
- Мерни систем је део целокупног система и у затвореном је колу са осталим деловима нумеричког управљања,
- Улежиштењу се посвећује посебна пажња са гледишта крутости, пригушења осцилација и топлотних деформација.

Поред наведених, треба имати у виду и суштинске разлике, конвенционална машина је орјентисана за директну обраду материјала, а код CNC управљане машине алатке најпре се обрађују информације, а затим одговарајуће јединице, на основу обрађених информација, врше кретања која служе за непосредну обраду материјала припремка.

Компјутерски управљан CNC систем је скуп подсистема са одређеним конструктивним карактеристикама који су међусобно функционално повезани у

целину. Анализа система омогућава да се сваки подсистем може третирати као посебна целина са потпуном структуром система. Да би се задовољиле напред дефинисане особености, разматрани технички систем користи читав низ елемената на чији избор треба посветити посебну пажњу како са аспекта примарне функције система, тако и са аспекта квалитета, поузданости и могућностима за одржавање. Међу најзначајнијим аутори издвајају следеће:

1. Носећа структура,
2. Системи за вођење,
3. Погонски мотори и агрегати,
4. Вретено и улежиштење вретена,
5. Мерни и сензонски системи и
6. Управљачка јединица и интерфејс оператера [2].

3.3. Носећа структура система

Сви мотори, преносни и други функционални делови техничког система, повезани међусобом, чврсто су везани за носећу структуру. Носећа структура изложена је статичким и динамичким силама, па је због тога веома важно да се не деформише или не осцилује, преко дозвољене границе, када је изложена дејству ових сила. Све компоненте система морају да остану у тачном релативном положају како би задржале геометријску тачност, без обзира на интензитет и правац дејства сила.

Статичко оптерећење - код овог подсистема, потиче од тежине клизних делова, обратка и силе која се јавља приликом резања. Деформација структуре током статичког оптерећења креће се у дозвољеним оквирима, јер носећа структура има адекватну крутост и одговарајућу конфигурацију структуре.

Динамичко оптерећење - односи се на силе које се непрекидно мењају и при том делују на носећу структуру током рада техничког система. Ове силе доводе до вибрација читаве конструкције, што је разлог због кога носећа структура припада критичним елементима [2].

Критичност носећег система - са аспекта вибрација, у великој мери умањена је пре свега повећањем крутости структуре и побољшањем њених пригушних својстава. Вибрације углавном потичу од:

- Неизбалансираних и неуравнотежених ротирајућих елемената,
- Неправилно изведеног улежиштења,
- Промена у интензитету силе резања током обраде итд.

Термичко оптерећење – настаје као последица великог броја локалних топлотних извора који повећавају топлотни градијент унутар техничког система. Највећи топлотни извори код HAAS Toolroom Mill TM-1 техничког система су:

- Електрични мотори,
- Трење у механичком погону и преносницима,
- Процес обраде резањем,
- Температура околине (у летњем периоду и до 40°C).

Ови топлотни извори проузрокују локалне деформације, што за последицу има значајно погоршење перформанси система. Да би се смањило термичко оптерећење, произвођач се придржавао следећих правила:

- Погон (мотор и механички преносник) је монтиран на спољашњем делу носећег система и има принудно хлађење,
- Адекватним подмазивањем отклоњени су утицаји високе температуре настале услед трења у лежајевима и вођицама,
- Адекватним системом за отклањање опилака, струготине и одсисавање дима, отклањају се абразивне честице и температура настала током обраде,
- Структура машине израђена је у термо – симетричном дизајну [2].

3.4. Погонски системи и агрегати

Функција погонског дела код CNC техничких система је да обезбеди кретање клизача преко наредби за кретање. Ако је степен препоручене тачности висок, погонски део има високу ефикасност и одзив. Основна улога погона је да изазове такво кретање управљаних делова које ће бити што ближе жељеном кретању које одговара командама CNC система. Погонски систем чине :

- a) Погонски мотори,
- b) Механички преносни.

Погонски мотори

Погонски систем представља везу између друге две главне групе елемената нумерички управљане машине алатке. Наиме, он повезује механичке елементе машине са управљачком јединицом. Овде се разматра само случај електричних односно електромеханичких погонских система.

Основни представник електричних погонских система су електромотори – извршни органи управљања. Мотори који се користе као погонски агрегати извршних

елемената техничког система HAAS Toolroom Mill TM-1 су сервомотори (слика 9). Ови мотори обезбеђују одличну регулацију брзине, велику обртну силу и степен искоришћења, користе се када је управљање брзином, убрзањем или моментом критично. Повезују механичке елементе машине са управљачком јединицом, али захтевају комплексну повратну спрегу. Имају бољи одзив, динамичку индуктивност и већу поузданост у односу на друге типове [2].



Слика 9.- Типови примењених серво мотора [2]

Погон главног вретена је једносмерни мотор снаге 5.6, kW који има принудну вентилацију. Максимални број обртаја овог мотора је 4000, o/min. Помоћу преносника, исти се мултиплицира или редукује у зависности од режима обраде. Код сервомотора кретање је фино захваљујући резолуцији енкодера, што даје могућност континуалне регулације. Њих карактерише и постојање момента при нулој брзини што им омогућава да држе носач алата (главно вретено) вертикално како не би слободно падало. На њима постоје кочнице и погонске јединице за управљање радом сервомотора [2].

Механички преносни систем

Механички преносни систем погонског дела укључује све компоненте које преносе силу и кретање од мотора до клизача. У ове компоненте спадају:

1. Елементи за претварање кружног у праволинијско кретање (завојно вретено са рециркулационом навртком),
2. Елементи за пренос обртне силе (преносник, синхронизациони каиш, спојница).

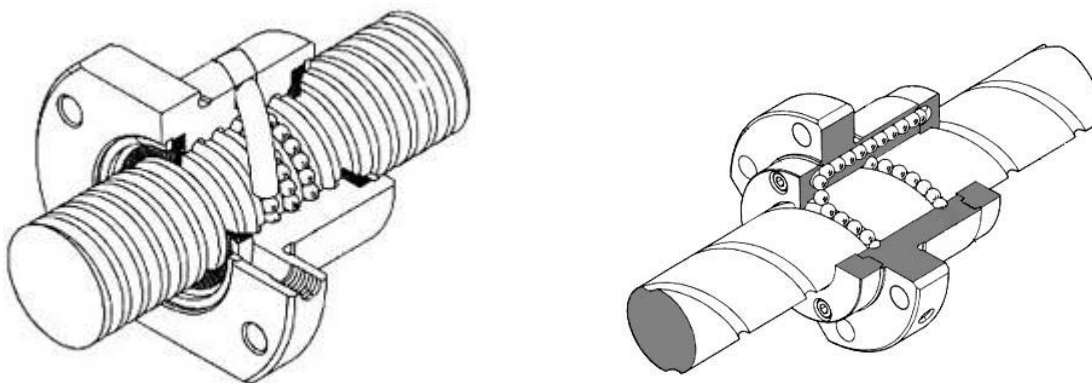
За претварање кружног у праволинијско кретање код разматраног техничког система користи се неколико актуаторских механизма. Степен искоришћења и одговорност актуаторских механизма има велики утицај на тачност обраде дела. Актуаторски механизам коришћен за клизаче HAAS Toolroom Mill TM-1 техничког система је завојно вретено са рециркулационим куглицама.

Завојно вретено са рециркулационим куглицама (слика 10.) је на супрот конвенционалним вретенима и наврткама карактеристично по томе што је трење

клизања замењено трењем котрљања. Обезбеђују мало трошење, тачност током дугог века трајања, смањено трење, висок степен искоришћења и високу поузданост.

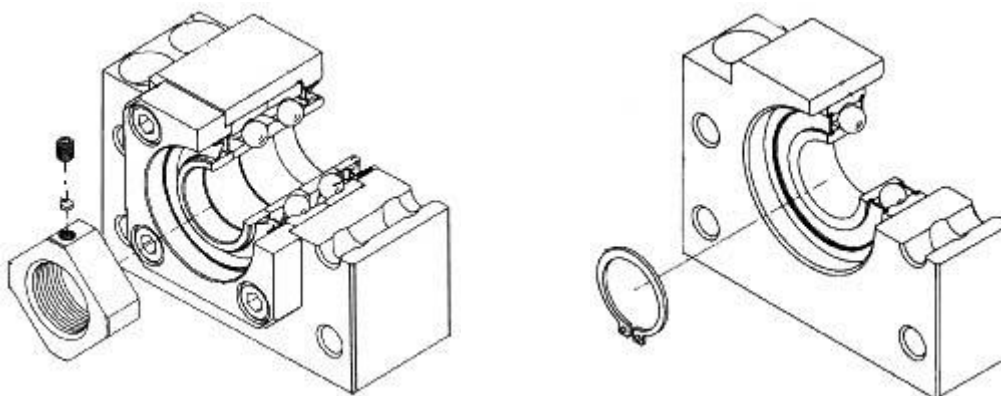
Куглице ротирају између завојног вретена и навртке, а након што дођу до краја навртке враћају се кроз повратни канал на почетак завојнице у навртки. Да би омогућили кретање клизача у оба правца, без неких битних грешака у позиционирању, потребно је да постоји минимални мртви ход у вретену и навртки.

Положај вретена треба да је што ближе линији резултујуће силе, силе која произилази од силе резања, силе трења и инерцијалних сила. Из тог разлога посебна пажња посвећена је начину ослањања при монтажи [2].



Слика 10.- Неки типови завојних вретена са рециркулационим елементима [6]

Положај вретена треба да је што ближе линији резултујуће силе, силе која произилази од силе резања, силе трења и инерцијалних сила. Из тог разлога посебна пажња посвећена је начину ослањања при монтажи (слика 11.).



Слика 11. - Начини ослањања завојних вретена при монтажи [6]

Обртни момент се преноси са погонске осовине на излазну осовину преко елемената за пренос, а на излазној осовини може да буде погонски зупчаник или завојно вретено са рециркулационим куглицама. За пренос обртног момента користе се елементи као што су разводни каишеви и флексибилне спојнице [2].

3.5. Управљачки систем и интерфејс оператора

Управљачка јединица пројектована је тако да прихвата само оне информације и инструкције које су написане и задате у одговарајућем коду, при чему се под тим подразумева скуп синтаксних и семантичких правила за писање, презентацију и трансформисање података из једног облика у други, написаних у алфа - нумеричком облику. Са тог аспекта управљачки систем треба да задовољи обезбеђење свих неопходних функција којима се реализује програмски рад машине и управљање програмским радом машине.

Стандардима је предвиђен начин кодирања информација, али сваки од произвођача управљачких јединица, па тако и управљачка јединица разматраног техничког система, има нека специфична одступања при дефинисању система кодирања. Њена примена, осим троосног управљања, омогућава и аутоматска геометријска прорачунавања, апсолутни и инкрементални унос вредности координата и програмабилну корекцију алата. Подаци могу да се уносе ручно, преко тастатуре на управљачкој табли, или посредством RS - 232 везе [2].



Слика 12.- Командна табла техничког система mandna HAAS Toolroom Mill TM-1 [2]

Управљачка јединица обезбеђује:

- Слање управљачких сигнала (електричних импулса) извршним органима,
- Слање сигнала за вентиле протока, јачину струје преко D/A конвертора,
- Слање дигиталних сигнала до сервомотора и мерних уређаја преко појачавача,
- Слање сигнала до командних, граничних и радних прекидача,
- Приказ информација послуживоцу о активностима, стању и грешкама, итд.

Грешке које настају у процесу обраде углавном су програмског карактера, али и произвођач даје списак могућих грешака. Грешке се појављују у виду упозорења (алармне поруке, светлосна сигнализација, итд.). Уколико грешка није фатална, дакле уколико не угрожава спровођење процеса, исти се наставља до завршетка.

Командну таблу (интерфејс за праћење, показивање и управљање), чине следећи елементи:

- Екран,
- Дигитална поља,
- Сигнална сијалица,
- Прекидачи за избор начина рада (аутоматски рад кроз реализовање програма, задавање кота и корекција алата, и осталих карактеристичних тачака обраде), Елементи за управљање алатом (директно активирање функција, укључивање разних опција, промена бројева обртаја, корекција параметара обраде, разне блокаде и прекидачи) [2].

Преко управљачке тастатуре оператер може у сваком тренутку да унесе податке за бројне акције. Они се углавном односе на заустављање рада вретена ради контроле, укључивање и искључивање средства за хлађење и подмазивање, итд.

Како се врхови резних алата у одређеној мери хабају, долази до промене положаја стварне путање у односу на програмирану, па је неопходно извршити њену корекцију. Једна од важних предности система управљања је и могућност корекције врха алата, чиме су избегнуте све могуће грешке услед затупљености алата. Корекција алата може се вршити и у току процеса извршења програма, уносом корективних вредности преко тастатуре [2].

4. Основе о заштити од повреда на машинама

Преломи руку и шака, одсецање прстију, су само неке од повреда које су последица рада машина. Листа могућих повреда је тако дуга да то може бити застрашујуће. Постоји много несрећа изазваних радом машина, и све то указује колико је важно предузети мере заштите радника од повреда. За сваки део машине, сваку функцију и процес који могу изазвати, морају бити предузете мере заштите [4].

4.1. Опасне зоне на машини

На машини и опреми постоје три основне зоне у оквиру којих је концентрисан утицај механичких опасности и где најчешће долази до механичких повреда :

1. Радна зона машине или зона обраде



Слика 13. – Радна зона машине

То је зона у оквиру које се обавља процес обликовања материјала, процес бушења. Овде спадају сви делови који су укључени у радни процес односно процес обраде.

2. Зона погонског агрегата и преноса снаге укључује све компоненте механичког система које врше генерисање и пренос енергије у било ком делу машине. У ову зону спадају спојнице, погонски мотори, осовине и др [4].
3. Остали покретни делови машине



Слика 14. – Покретни делови машине

У ову зону спадају сви делови који се крећу док машина ради. Кретање ових делова: ротирајуће, линијско и наизменично. У ову групу се могу и убројити и транспортни механизми, као и различити помоћни делови.

4.2. Опасности и повреде при механичком кретању и радним операцијама

Постоји велики број врста механичког кретања и радних операција које могу изазвати повреде радника. Оне могу укључити кретање ротирајућих делова, наизменично и линијско кретање, кретање спојница и других делова. Најчешћи типови механичког кретања и радних операција који изазивају повреде биће описани у наредном тексту.

Ротационо кретање може бити опасно и у случајевима када је споро и уравнотежено, где осовине могу захватити одећу и у том случају довести у опасност руку или шаку у опасну ситуацију. Повреде које су настале у контакту са ротирајућим деловима могу бити веома озбиљне, као нпр. повлачења, одсецања...

Опасност настаје када се хrapаве површине, клинови, завртњи и избочине налазе на ротирајућим деловима [4].



Слика 15.- Ротационо кретање

У овим зонама повреде су изазване ротирањем делова машине. Опасну зону може представити подручје између ротирајућег и флексибилног дела.

Операције сечења и резања укључује ротационо и праволинијско кретање, где се при овој операцији опасности огледају у повређивању шаке, прстију и руке. Повреде могу настати и када мали делови (опиљци струготине) одлете и ударе у очи или лице [4].



Слика 16.- Пример који може проузроковати повреде [4]

4.3. Захтеви за заштитом

Најважнији задатак у систему БЗР представља дефинисање начина на који се радници могу заштитити од повреда машина. Заштита подразумева обезбеђивање основних потреба радника.

Заштита од контакта подразумева заштиту шака, руку и осталих делова тела радника које су у контакту са опсаним покретним деловима. Дobar систем заштите елиминише могућност да радник за машином или друго запослено лице постави руке близу опасних делова.

Заштита машине треба да је направљена да радници не могу лако да је скину или помере, јер свака заштита која је неефикасна, уопште и није заштита. Заштитну опрему треба направити од издржљивог материјала који може издржати услове у датој средини. Она мора трајно обезбеђивати машину.

Заштита од упадања објекта мора бити таква да обезбеди да не дође до упадања страних делова у покретне делове машине. Мали делови који упадну у радну зону машине лако могу постати пројетили који могу ударити и повредити радника.

Спречавање нових повреда – заштита не сме бити направљена да и сама проузрокује повреду. То су на пример неке необрађене површине на заштитној опреми које могу нанети повреду, назубљене ивице или оштра места. На заштити ивице морају бити заобљене или оборене како би се отклонила могућност повреде радника.

Безбедно подмазивање машина – треба обезбедити да се машине подмазују без померања заштите. Положај резервоара за уље треба да је ван заштите, где ће се уље посебним каналима одводити до тачки које треба да буду подмазане. Овако формиран систем за подмазивање ће смањити могућност повреде радника који раде на одржавању машина [4].

4.4. Немеханичке повреде

У овом раду се пре свега бавимо техникама заштите од повреда насталих механичким кретањем, не смеју се занемарити и друге повреде које су проузроковане радом машина. Неке од немеханичких повреда су овде наведене да би се указало да је заштита потребна, како од покретних делова машина, тако и од других ефеката насталих њеним радом.

Потенцијални извор опасности је извор напајања машине. Када се користи електрична енергија или електрично управљање машине, опрема као и сам електрични систем морају бити прописно уземљени. Замена нагорелих, неизолованих или старих проводника ће помоћи да се заштите радници и друга лица од електричног удара или смрти. Системи високог притиска захтевају проверу и одржавање да би се избегла

могућа оштећења изазвана вибрацијама и истицањем радног флуида. Због неисправности машине може доћи и до експлозије.

Машине често производе буку, која може изазвати бројна професионална обољења радника. Бука осим што изазива раздражљивост, опадање концентрације, може ометати комуникацију и тако изазвати сметње при обављању посла. Истраживања указују да бука изазива високоштетне ефекте по здравље, као што су: губљење слуха, болови у ушима, мучнине, замор, смањење мишићне контроле и емоционалну растројеност. Заштита од буке се заснива на коришћењу материјала који су добри звучни изолатори, као и коришћење једноставнијих облика заштите као што су запушачи за уши или антифони. Вибрације изазивају повреде сличне оним које настају од буке. Оштећења и болести радника се могу избећи правилним постављањем и учвршћивањем машина.

Пошто неке машине захтевају коришћење разлићитих супстанци које могу бити опасне, неопходно је заштитити све оне раднике и друга лица која долазе у контакт са тим супстанцама. Оне могу изазвати обољења коже и друга озбиљна обољења. Специјално конструисана заштита, вентилација, заштитна опрема и одећа, су најбољи начини да се повреде изазване хемикалијама у току радног процеса, контролишу или елиминишу [4].

4.5. Обука

Најбољи системи заштите не могу дати резултате ако радници не знају како се средства за заштиту користе и зашто их је неопходно користити. У намери да се радници заштите од повреда изазваних радом машина, пре свега је важно спровести детаљну обуку радника. У оквиру обуке потребно је да буду укључени следећи садржаји:

- Опис и идентификација свих могућих повреда које се јављају на датој машини;
- Како спровести заштиту и коју врсту повреда та заштита елиминише;
- Како користити заштиту и зашто;
- Како и у ком случају заштита може бити склоњена, и ко на то има право (у најчешћем случају само радници који раде на поправци и одржавању машина);
- Шта урадити (контактирати контролора) ако је заштита лоша, ако је нема или ако је немогуће обезбедити адекватну заштиту.
- Ова врста обуке је неопходна за нове раднике и за образовање постављеног особља, када се поставља нова заштитна опрема или када радник почиње да ради на новој машини [4].

4.6. Заштитна одећа и средства личне заштите

Смањивање потенцијалне опасности на самом извору средствима техничке заштите пружају најбољи и најпоузданији облик заштите. Ова средства заштите треба да буду први избор послодавца у циљу смањења опасности од повреда узрокованих радом машине. У случајевима где су неопходне додатне мере заштите, радници морају носити заштитну одећу и користити лична средства заштите. Да би обезбедила адекватну заштиту, заштитна одећа и лична средства заштите морају увек бити:

- Прилагођена да заштите радника од одређеног типа повреда,
- Правилно одржавана,
- Правилно складиштена кад се не користе, да се не би оштетила и изгубила,
- Чиста и хигијенски одржавана.

Постоје различите врсте заштитне одеће за све делове тела. Заштитни шлемови штите радника од објеката који га могу ударити или му пасти на главу за време рада. Капе и мреже за косу које ће обезбедити да коса радника не буде ухваћена машином. Ако постоје опасне супстанце које могу доћи у контакт са очима, лицем и другим деловима тела радника, неопходно је користити заштитне маске, наочаре или сличне типове заштите. У случајевима када радник ради у условима где је велика бука неопходно је користити средства за заштиту слуха. Да би радник заштитио тело од повреда изазваних тешким материјалима или материјалима са храпавим и оштрим ивицама, мора користити заштитне јакне, прслуке, кецеље или заштитна одела. Руке и шаке је могуће заштитити коришћењем специјалних рукава и рукавица. Заштитне ципеле и чизме или други облици заштите стопала користе се да заштите радника у случајевима када рукује са тешким материјалима, који могу пасти и тако повредити ноге радника [4].

Важно је напоменути да заштитна одећа и лична средства заштите могу изазвати повреде. Заштитне рукавице које могу бити захваћене између ротирајућих делова или заштитне маске која ометају видљивост при раду, морају бити опрезно и пажљиво коришћене.

Делови одеће радника такође могу изазвати његову повреду. Ако је одећа незатегнута она се може заплести у ротирајуће осовине или друге ротирајуће делове на машини. Накит, наруквице и прстење, могу бити захваћени деловима машине и изазвати озбиљне повреде, повиачећи руку у опасну зону.

5. Методе заштите од повреда при раду на машинама

Заштита радника од повреда машинама може бити обављена на више начина. Тип операције (радног процеса), величина и облик материјала, метода руковања, физички распоред у радном простору, тип материјала, захтеви и ограничења у оквиру

процеса производње, помоћи ће при избору најпогодније методе заштите за дату машину.

На пример, уређаји за пренос снаге биће најбоље заштићени ако се користе непокретна заштитна средства. За оне повреде које настају у самој радној зони машине, користи се неколико врста заштите. Неопходно је изабрати најефикаснији и најпрактичнији могући начин заштите [4].

Заштитна средства можемо класификовати у пет основних група:

1. Заштитне направе
 - Непокретне (фиксне) заштите
 - Блокирајуће заштите
 - Подесиве заштитице и
 - Самоподесиве заштите
2. Помоћни заштитни механизми и системи
 - Сензори (фотосензори, радиофреквентни и електромеханички)
 - Повратни и гранични механизми
 - Заштитни контролни системи
 - Заштитне браве
 - Ослонци за тело осетљиви на притисак
 - Заштитни статив
 - Заштитни кабал
 - Дворучне команде
 - Врата
 - Блокирајућа
 - Остала
3. Заштита преко положаја или ратојања
4. Методе за пуњење и пражњење машина
 - Полуаутоматско и аутоматско пуњење
 - Полуаутоматско и аутоматско пражњење
 - Роботи
5. Остала помоћна средства
 - Упозоравајуће баријере
 - Разни заштитници
 - Заштитни носачи и ручни алати за манипулацију [4]

5.1. Заштитне направе

Заштитне направе имају улогу да спрече продор руку или других делова тела радника до опасних зона које настају од покретних делова машине. Ове направе могу бити изведене у облику ограда, препрека, штитника, браника, поклопаца, врата, оклопа, кућишта, капа и сл [4].

Постоје четири основна типа ових заштита:

1. Непокретне (фиксне) заштите
2. Блокирајуће заштите

3. Пођесиве заштите
4. Самоподесиве заштите

Непокретне (фиксне) заштите, као што и само име каже, представљају облик заштите који је саставни део машине. Ова заштита не омета рад покретних делова машине. Може бити направљена од лима, жице, пластике или неких других материјала који су довољно отпорни и трајни. Непокретна заштита је у односу на друге типове заштите, доста заступљена јер је једноставна и трајна.

Блокирајуће заштите функционишу тако да када је заштита са блокадом отворена или уклоњена, контролни (искључујући) механизам се активира, па машина неће радити или ће почети са радом тек кад се заштитна опрема врати на место.

Заштита са блокадом може бити електрична, механичка, хидрауличка или пнеуматска или комбинација претходно наведених. Блокада не треба бити опремљена системом за даљинско управљање. Враћање заштите не треба да омогући аутоматско стартовање машине [4].

Табела 2. – Врста заштита и њихових предности и ограничења [4]

Заштита		Предности	Ограничења
Метода	Облик заштите		
Непокретна	Обезбеђује баријеру између радника и опасне зоне	Може бити конструисана тако да има широку примену. Може пружити максималну заштиту. Не	Може ометати видљивост при раду. Често је неопходно склонити је при одржавању и поправки машина.
Блокирајућа	Искључује машину, прекида довод енергије, спречава старт машине кад је заштита склоњена. Треба да заустави машину пре него што радник доспе у опасну зону.	Може пружити максималну заштиту. Дозвољава лак приступ машини, ради одржавања и поправки.	Захтева прецизно подешавање и одржавање. Радници који раде за машином могу без потешкоћа самоиницијативно уклонити заштиту.

5.2. Помоћни заштитни механизми и системи

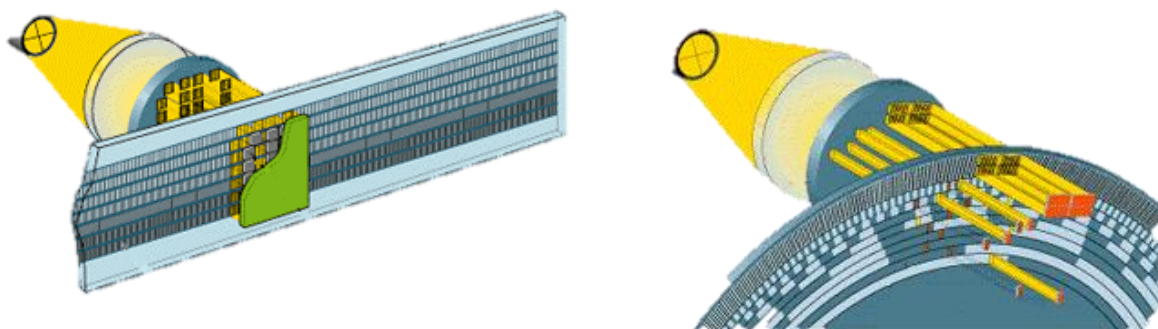
Помоћни заштитни механизми могу имати низ различитих функција. Као на пример: могу зауставити машину када се руке или неки други део тела нађу у опасном подручју; задржати или повући руке из опасне зоне у току радног процеса; могу захтевати да радник користи обе руке при управљању машином и тако заштитити руке и тело од опасности; или обезбедити баријеру која је усклађена са радним циклусом машине у намери да се ограде опасне зоне током ризичног дела операције [4].

Тачност и квалитет предмета обраде директно зависе од тачности позиционирања радног стола (алата), у чему пресудну улогу имају мерни и сензорски системи. У основи сензори се користе за проверу димензија обратка, за дефинисање корекције алата и за детекцију лома алата. Поред тога сензори се користе и за функције као што су детекција присуства обрадка, фино подешавање позиције обратка у стезном алату.

За HAAS Toolroom Mill TM-1 најважније је мерење угла (односно броја обртаја) вретена или ротационе главе и дужине тј. положаја стола (односно алата у Z правцу), при било каквој промени положаја. Монтирани су на радном столу машине и кућишту главног вретена [2].

У основи ови сензори су врло осетљиви прекидачи. Они су способни да открију мале угибе тактилне игле при контакту, а у односу на нормалну позицију. Приликом померања игле даје се сигнал управљачкој јединици како би се одредила координата при којој је дошло до контакта. Код овог система примењују се инкрементални уређаји (слика 17.) поузданог произвођача, који раде на фотоелектричном принципу.

Паралелни зраци светлости пропуштају се кроз анализаторску решетку, чија се слика пројектује на мерну решетку са које светлост пада на фотоћелије. При релативном кретању двеју решетки, стварају се светлосни импулси, који се дигитализују чиме се добијају дискретни сигнали, њиховим бројањем се одређује величина насталог померања [2].



Слика 17.- Инкрементални линеарни обртни енкодер [2]

Заштитна врата – представљају покретну баријеру која штити радника тако што му не дозвољава стартовање машине. У многим случајевима врата се праве за сваки машински циклус посебно (слика 18.) [4].



Слика 18. - Сигурносна врата



Слика 19. - Сигурносна врата

Варата морају бити затворена пре него што машина почне са радом, штити од могућности да се доспе у опасно подручје (слика 19.).

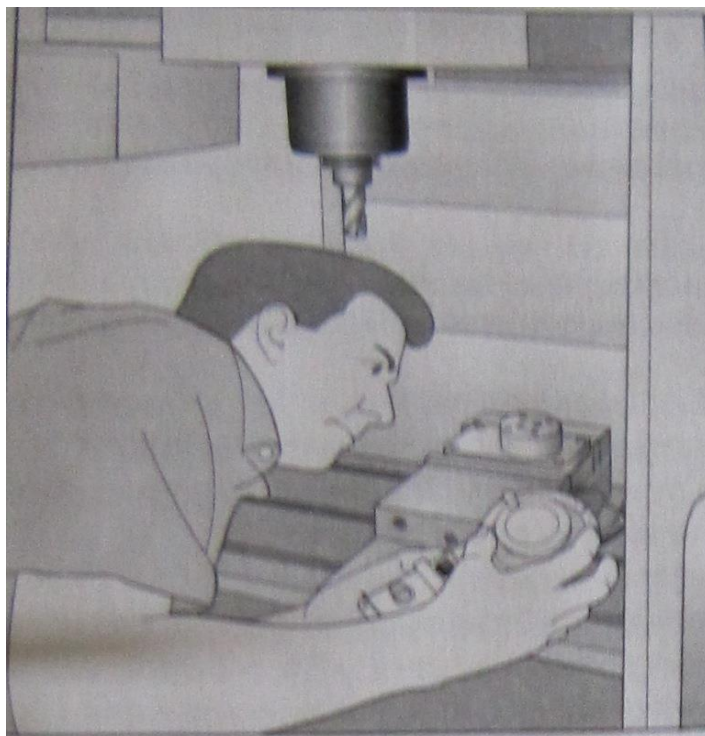
Табела 3. – Помоћни заштитни механизми и системи [4]

Механизам		Предности	Ограничења
Метода	Облик заштите		
Заштитна врата	Обезбеђује баријеру између опасног подручја, радника и другог особља.	Штити од могућности да се доспе у опасно подручје.	Захтева сталну контролу и редовно одржавање. Може смањити видљивост при раду.
Фотоелектрични (оптички)	Машина ће стати са радом када је светлосни сноп прекинут било којим делом тела радника у току радног процеса, тако што ће се одмах активирати механизам за прекид рада машине.	Дозвољава раднику да се слободно креће при раду.	Не може пружити заштиту од отказа машине. Захтева често поравнавање и калибрацију. Прекомерне вибрације могу довести до прегоривања сијалице. Примењују се на машинама које могу бити заустављене у току радног циклуса

5.3. Заштита помоћу положаја или растојања

Заштита машина која се ослања на положај подразумева да сама машина и њени покретни делови буду тако постављени, да не буду лако доступни и да не изазивају повреде радника при уобичајеним операцијама машине. Пре него што се предузме неки од ових операција потребно је извршити анализу повреда које настају на машини.

У процесу руковања материјалом радник може бити заштићен тако што ће се обезбедити растојање које ће заштити руке радника. Величина радног комада може пружити адекватну заштиту. Неке машине захтевају постојање заштитних средстава која ће поред заштите радника на машини, пружити заштититу и осталом особљу [4].



Слика 20. – Растојање радника када поставља радни комад

Заштита која се односи на положај је примењива и у случају постављања контролних система који ће пратити радника. Положај контролних уређаја треба да је на сигурној удаљености од машине уколико не постоји потреба да радник буде у контакту са њима.



Слика 21. – Заштита положајем [5]

На слици је приказан радник који је ослоњен на машину док ради, тако да радник мора водити рачуна о својим прстима како не би дошао у контакт са радним делом.

6. Опасности и штетности на радном месту

Људи своје радне активности обављају у веома различитим условима и окружењу уз коришћење великог броја различитих средстава за рад. Свако радно место носи своје специфичности и посебне захтеве који се постављају пред радника. Без обзира на заједничке и посебне карактеристике различитих радних места, може се рећи да сваки рад, у већој или мањој мери, може угрозити безбедност и здравље запосленог. Све околности, стања, дејства, фактори, узорци или ситуације које могу изазвати повреду или угрозити здравље радника на радном месту називају се **опасности**, односно **штетности** [4].

Опасности делују у кратком временском периоду (често у делићу секунде) и изазивају повреде радника укључујући и фаталне. Опасности се налазе свуда око нас, али радник није увек изложен њиховом утицају. Ситуација у којој се радник налази у зони дејства одређене опасности назива се опасна појава. Најчешће опасности на радном месту су :

- **Механичке опасности**(покретни и ротирајући делови машина и опреме, слободно кретање делова и материјала ...)
- **Електричне опасности** (директан и индиректан контакт са деловима електро инсталација и опреме под напоном, електрични лук, удар грома)
- **Опасности везане за карактеристике радног места** (рад на висини или дубини, рад у скученом простору, клизање и спотицање, опасне површине са којима радник долази у додир)

Штетности делују у дужем временском периоду и изазивају различита професионална обољења, односно обољења у вези са радом. Основне групе штетности на радном месту су:

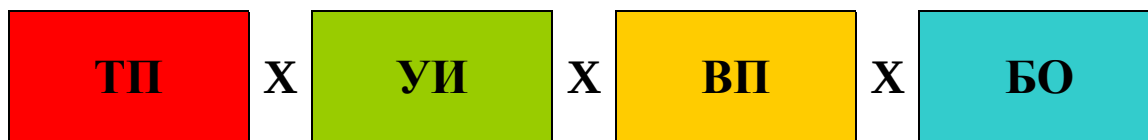
- **Штетности које се појављују у процесу рада** (физичке, биолошке, хемијске, осветљење, штетно зрачење, микроклиматске и климатске)
- **Штетности везане за организацију рада** (прековремени рад, рад по сменама, рад ноћу, приправност за случај интервенција)
- **Психички и психофизички напори** (ручна манипулација теретом, положај тела у раду, стрес, монотонија, рад са странкама и новцем, различити облици одговорности) [4].

7. Ризик на радном месту

Ризик се дефинише као комбинација вероватноће настанка опасног догађаја (материјализација опасности или штетности) и тежине последица тог опасног догађаја (тежина повреде или обољења које настају дејством штетности или опасности) [3].

Процењивање ризика вршимо за сваку препознату опасност или штетност, упоређивањем са дозвољеним вредностима прописаним одговарајућим прописима у области безбедности и здравља на раду, стандардима, препорукама и техничким прописима [3].

Процена ризика се практично спроводи преко матрице или образаца. Један од препоручених образаца за процену ризика је :



Где је :

ТП – тежина повреде

УИ – учестаност излагања

ВП – вероватноћа повређивања

БО – број изложених особа

Ови фактори ризика се одређују из следећих табела :

Табела 4. – Фактори ризика [3]

Тежина потенцијалне повреде	ТП
Огреботине, нагњечења и сл.	0.1
Посекотине, раздеротине и сл.	0.5
Лом мањих костију, лакша обољења (привремена)	2.0
Лом главних костију, тежа обољења (привремена)	4.0
Губитак ока, чула слуха, екстремитета, трајна обољења	6.0
Губитак вида, више екстремитета, тежа трајна обољења	10.0
Фатални повреде – смртни исход	15.0

Учесталост излагања опасности	УИ
Једном годишње	0.5
Једном месечно	1.0
Једном недељно	1.5
Једном дневно	2.5
Сваког сата	4.0
Константно	5.0

Табела 4 (наставак). – Фактори ризика [3]

Вероватноћа повређивања	ВП
Готово невероватно, могуће само под екстремним условима	0.33333
Врло мало вероватно, али ипак могуће	1.0
Мало вероватно, мада може да се деси	1.5
Може да се деси, мада је неубичајно	2.0
Постоји шанса да се деси	5.0
Могућно, не представља изненађење	8.0
Вероватно, треба очекивати да ће се десити	10.0
Сигурно, десиће се без сумње	15.0

Број изложених особа	БО
1 -2	1
3 - 7	2
8 - 15	4
16 - 50	8
Преко 50	12

Табела 5 – Категорија ризика [3]

Категорија ризика	Ризик = ТПхУИх ВПх БО
ЗАНЕМАРЉИВ РИЗИК Веома мали	0 - 5
МАЛИ РИЗИК Ризик постоји и могу се дефинисати мере заштите	6 - 50
УМЕРЕН РИЗИК Потребно је дефинисати мере за смањење	51 - 200
ВИСОК РИЗИК Значајан ризик, обавезно је дефинисати мере заштите	201 - 500
НЕПРИХВАТЉИВ РИЗИК Рад са оваквим ризиком је неприхватљив	преко 500

Један од основних облика матрице за процену ризика јесте матрица ризика 3 x 3 са 5 нивоа ризика. Поред ове користе се и матрице 4 x 4, 5 x 5 итд:

		ТЕЖИНА ПОСЛЕДИЦА		
		Незнатне	Умерене	Озбиљне
ВЕРОВАТНОЋА	Висока	УМЕРЕН РИЗИК	ВИСОК РИЗИК	НЕПРИХВАТЉИВ РИЗИК
	Средња	МАЛИ РИЗИК	УМЕРЕН РИЗИК	ВИСОК РИЗИК
	Мала	ЗАНЕМАРЉИВ РИЗИК	МАЛИ РИЗИК	УМЕРЕН РИЗИК

Табела 6 - тежина последица [3]

Завршни корак у оквиру процене ризика представља дефинисање превентивних мера и мера заштите које представљају скуп различитих активности које се предузимају у циљу смањења ризика на радним местима, спречавања повређивања или оштећења здравља запослених. Основне групе превентивних мера и мера заштите према приоритету у примени јеси :

- Елиминација опасности или смањења ризика
- Измештање радног места ван опасне зоне
- Коришћење заштитних направа и других средстава заштите
- Коришћење средстава личне заштите
- Спровођење организационих мера заштите (обука, информисање, знаци упозорења) [3].

У наставку овог мастер рада биће одређени фактори ризика, као и укупна вредност ризика и категорија ризика за сваку опасност или штетност која постоји на радном месту за CNC машином. У раду ће бити коришћене табеле коју су већ дате у претходном излагању. Из табела са предлозима мера за елиминацију опасности или штетности и смањење ризика одавраћу погодне мере.

8. Процена ризика на радном месту

8.1. Опасности од покретних делова машина или опреме

Механичке опасности су повезане са машинама и опремом, њиховим деловима, порвшинама, алатима, радним комадима, оптерећењима и чврстим материјалима или флуидима који се користе на машинама и опреми, које могу довести до :

- Пригњечивања
- Одсецања
- Посекотина или раздеротина
- Повлачења и заплитања
- Увлачења или заглављивања
- Ударања
- Убадања или пробадања
- Трења или абразије
- Повреда насталих под утицајем флуида под притиском

Захтеви за адекватним системима заштите од механичких опасности на машинама, дефинишу се у циљу спречавања повређивања радника. Заштита радника од повреда машинама може бити обављена на више начина у зависности од типа операције (радног процеса), величина и облика материјала, методе руковања, физичког распореда машина и опреме у радном простору, врсте материјала, захтева и ограничења у оквиру процеса производње. Потребно је успешно препознати опасне делове машина и дефинисати најбоље решење за заштиту радника.

На основу снимљеног стања машине у кабинету факултета, дошла сам до закључка да је процена ризика радног места за овом машином у односу на **Опасности од покретних делова машина или опреме** следећа :

	Вредност ризика					Категорија ризика				
	ТП	ВП	УИ	БО	ТП×ВП×УИ×БО	ЗАНЕМАРЉИВ	МАЛИ	УМЕРЕН	ВИСОК	НЕПРИХВАТЉИВ
На машини постоје потенцијално опасни покретни делови који нису адекватно обезбеђени	10	8	1	1	80					
Постоје заштитне направице на покретним деловима машина, али оне не штите у потпуности запосленог од повреде (шака,руке)	10	8	1	1	80					
Постоји могућност да упадне неки предмет између покретних делова машине и заштитне направице на машинама отежавају рад	1.5	1.0	0.5	1	0.75					
На машини постоје необезбеђени зупчаници, каишници, итд.	6.0	5.0	1	1	30					
Радна зона машине није у потпуности заштићена	6.0	5.0	1	1	30					

Табела 7 - Опасности од покретних делова машина или опреме [3]

Што се тиче покретних делова глодалице, уочила сам следеће :

- Радна зона није у потпуности заштићена, пре свега при раду глодала, његово обртно кретање при непажњи радника може довести до повреде (слика 22.)
- Радни сто машине није у потпуности заштићен и могуће је да у току обраде дела дође до упадања шпона, који може да проузрокује и застој у раду (слика 22.) [3]



Слика 22. – Опасности од покретних делова машина [5]



Слика 22. – Опасности од покретних делова машина [5]

На основу снимљеног стања предложила сам одређене мере, како би елиминисали опасности или штетности и смањили ризик од повређивања :

- Обезбедити да машином рукују обучени и овлашћени запослени
- Обезбедити да заштита буде правилно постављена на машини и у функцији
- Обезбедити да се сви системи заштите обавезно поставе на машину пре почетка рада
- Обезбедити да простори око машине буду чисти и ослобођени од препрека
- Радницима обезбедити одговарајућа средства личне заштите
- Обезбедити одговарајуће осветљење на машини и око ње
- Увек јасан и једноставан систем упозорења када су машине делимично или потпуно у квару [3]

Облици конструктивног извођења средстава за заштиту од механичких опасности на машинама могу бити веома различити. Најједноставнији облик представљају различити облици заштитних направа (непокретних, покретних, блокирајућих и самоподесивих). Покретне и блокирајуће заштитне направе опремљене су и неким типом безбедносног прекидача преко кога се прекида рад машине, уколико заштита није на свом месту. Савремени системи заштите подразумевају коришћење контактних

и безконтактних сензора који детектују присуство делова тела радника у заштићеној, опасној зони машине.

8.2. Опасности од површина, објекта, предмета, алата и материјала са високим или ниским температурама

На основу снимљеног стања радног места у кабинету факултета, дошла сам до закључка да је процена ризика радног места у односу на **Опасности од површина, објекта, предмета, алата и материјала са високим или ниским температурама** следећа :

	Вредност ризика					Категорија ризика				
	ТП	ВП	УИ	БО	ТП×ВП×УИ×БО	ЗАНЕМАРЉИВ	МАЛИ	УМЕРЕН	ВИСОК	НЕПРИХВАТЉИВ
Користе се алати који се у току рада греју	0.5	0.33	0.5	1	0.0825					
У току рада може доћи до просипања, прскања или упадања у флуиде са високом температуром	0.5	1	0.5	1	0.25					

Табела 8 - Опасности од површина, објекта, предмета, алата и материјала са високим или ниским температурама [3]

При раду глодалице, уочила сам следеће :

- Глодало, које врши процес обраде у додиру са материјалом обрадка се загрева
- Средства за хлађење и подмазивање, која хладе глодало при обради, пршти на све стране и самим тим представља један вид опсаности по радника (слика 23.) [3]



Слика 23. – опасности од површина, објекта, предмета, алата и материјала са високим или ниским температурама [5]

На основу снимљеног стања предлагем одређене мере, како би елиминисали опасности или штетности и смањили ризик од повређивања :

- Обезбедити да системи терморегулације буду исправни и у функцији
- Обезбедити безбедан рад при раду са врелим флуидима, осигурати их од просипања, прскања и проливања [3]

8.3. Штетности везане за повећани ниво буке и вибрација на радном месту

Путем чула слуха људи примају велику количину информација. Дуготрајни рад у јако бучној средини може да доведе до оштећења слуха, које јако утиче на квалитет и комфор живота. Бука је обично непријатан или нежељени звук (пиштање, прасак, експлозија). Радник је сигурно изложен ризику од оштећења слуха ако :

- Је на радном месту бучно да мора да виче приликом разговора са колегама
- Му звони у ушима након завршеног посла и
- Након посла не чује добро

Прековремено излагање буци може да доведе до привременог и трајног поремећаја прага чујности, али и до бројних психичких и физичких проблема, као што су поремећај сна, мучнина, бол у глави, нервоза, пад концентрације.

На основу снимљеног стања места у кабинету на факултету, дошла сам до закључка да је процена ризика радног места у односу на **Штетности везане за повећани ниво буке и вибрација на радном месту** следећа :

	Вредност ризика					Категорија ризика				
	ТП	ВП	УИ	БО	ТП×ВП×УИ×БО	ЗАНЕМАРЉИВ	МАЛИ	УМЕРЕН	ВИСОК	НЕПРИХВАТЉИВ
У току процеса рада долази до стварања повећаног нивоа буке	4.0	2.0	2.5	1	20					
Бука у радном окружењу је толико јака да треба повисити глас да би се разговарало са људима на радном месту	0.5	1	1	1	0.5					

Табела 9 - Штетности везане за повећани ниво буке и вибрација на радном месту [3]

На основу снимљеног стања предлажем одређене мере, како би елиминисали опасност или штетност и смањили ризик од повређивања :

- Увести редовну контролу нивоа буке у радним просторијама
- Применити техничке мере за смањење буке на извору (изолација вибрирајућих машина и компоненти техничких система који стварају бику)
- Ограничити радницима време које проводе у просторијама са повећаном буком
- Користити заштитну опрему за личну заштиту која користи за заштиту слуха и смањење вибрација
- Обезбедити да се средства за заштиту слуха користе и одржавају на одговарајући начин
- Обезбедити редовну контролу слуха свих радника који су изложени повећаном нивоу буке [3]

8.4. Штетности везане за неправилан и нефизиолошки положај тела током рада

Ергономија проучава услове рада, као и могућности прилагођавања човека тим условима, односно начине и методе за прилагођавање услова рада човеку. Главни циљ ергономије представља смањење броја оболелих радника од групе обољења које се

заједнички зову мишићно – коштани поремећаји (МКП) и који представљају најчешћа обољења у вези са радом. Уколико се не поштују ергономски принципи, радник је изложен низу фактора ризика, а крајњи резултат је развој низа болести мишићног коштаног система.

На основу снимљеног стања радног места у кабинету факултета, дошла сам до закључка да је процена ризика радног места у односу на **Штетности везане за неправилан и нефизиолошки положај тела током рада** следећа

	Вредност ризика					Категорија ризика				
	ТП	ВП	УИ	БО	ТП×ВП×УИ×БО	ЗАНЕМАРЉИВ	МАЛИ	УМЕРЕН	ВИСОК	НЕПРИХВАТЉИВ
Радно место подразумева рад претежно у стајаћем положају	2.0	10	1	1	20					
Радник нема могућност да свој радни положај прилагоди специфичним ергономским захтевима	2.0	1.5	1	1	3.0					

Табела 10 - Штетности везане за неправилан и нефизиолошки положај тела током рада[3]

При раду на машинама, положаје које заузима радник ни у ком случају не можемо назвати ергономским, јер и посматрачу је очигледно да је положај неправилан. Радно место подразумева рад претежно у стајаћем положају, што додатно отежава рад (слика 24.).



Слика 24. - Ергономски положај радника при раду на машинама [5]

На основу снимљеног стања предлагем одређене мере, како би елиминисали опасности или штетности и смањили ризик од повређивања:

- Обезбедити радницима могућност да промене дуготрајни радни положај
- Обезбедити радницима столицу на радним местима на којима се дуго стоји
- Стимулисати раднике да праве кратке паузе у циљу разгибавања и практиковања лакших вежби за опуштање и истезање
- Обезбедити радницима удобну обућу, анатомски обликовану и прилагођену за дуготрајан рад у стајаћем положају
- Обучити раднике за правилан и ергономски исправан положај у току рада [3]

8.5. Штетности везане за изложеност радника стресу, злостављању или насиљу на радном месту

Стрес на радном месту заузима водеће место на скали главних узрочника одсуства са посла, а такође је и највећи узрок пада мотивације и продуктивности радника.

Практично нема делатности без израженог стреса, питање је само колико је где интензиван и присутан. Процењује се да близу 80 % радника сматра да је свакодневно изложено стресу на радном месту.

На основу снимљеног стања радног места радника у кабинету факултета, дошла сам до закључка да је процена ризика радног места у односу на **Штетности везане за изложеност радника стресу, злостављању или насиљу на радном месту** следећа:

	Вредност ризика					Категорија ризика				
	ТП	ВП	УИ	БО	ТП×ВП×УИ×БО	ЗАНЕМАРЉИВ	МАЛИ	УМЕРЕН	ВИСОК	НЕПРИХВАТЉИВ
Радно место подразумева рад који захтева велику концентрацију	2.0	1	1.5	1	3.0					

Табела 11 - Штетности везане за изложеност радника стресу, злостављању или насиљу на радном месту [3]

На основу снимљеног стања предложила сам одређене мере, како би елиминисали опасности или штетности и смањили ризик од повређивања:

- Обучити раднике о правилима поступања у случају инцидентних ситуација
- Обезбедити радницима могућност коришћења већег броја краћих пауза у току радног времена [3]

8.6. Опасности од објекта, алата или делова опреме са оштрим, абразивним или на други начин опасним површинама

На основу снимљеног стања радног места радника у кабинету факултета, дошла сам до закључка да је процена ризика радног места у односу на **Опасности од објекта, алата или делова опреме са оштрим, абразивним или на други начин опасним површинама** следећа:

	Вредност ризика					Категорија ризика				
	ТП	ВП	УИ	БО	ТП×ВП×УИ×БО	ЗАНЕМАРЉИВ	МАЛИ	УМЕРЕН	ВИСОК	НЕПРИХВАТЉИВ
На машини и опреми постоје необезбеђени делови са оштрим ивицама	15.0	4.0	2.0	1	120					

Табела 12 - Опасности од објекта, алата или делова опреме са оштрим, абразивним или на други начин опасним површинама [3]



Слика 25. – Опасност од алата на машини

На основу снимљеног стања предложила сам одређене мере, како би елиминисали опасности или штетности и смањили ризик од повређивања:

- Обезбедити одговарајућу заштиту оштрих ивица на машини и опреми
- Оштре и шиљате алате и предмете користити на исправан начин [3]

8.7. Хемијске штетности на радном месту

На основу снимљеног стања радног места радника у кабинету факултета, дошла сам до закључка да је процена ризика радног места у односу на **Хемиске штетности** следећа:

	Вредност ризика					Категорија ризика				
	ТП	ВП	УИ	БО	ТП×ВП×УИ×БО	ЗАНЕМАРЉИВ	МАЛИ	УМЕРЕН	ВИСОК	НЕПРИХВАТЉИВ
У току радног процеса користе се хемијске супстанце које су класификоване као отровне и штетне	10.0	0.33	4.0	1	13.2					
Опасне хемијске материје нису ускладиштене и означене на одговарајући начин	6.0	0.33	2.5	1	4.5					
На радном месту где се користе хемикалије не постоји вентилациони систем	6.0	0.33	5.0	1	9.9					
Запослени који раде са хемикалијама немају средства за личну заштиту	6.0	8.0	4.0	1	192					
Не постоји упуство на матерњем језику за коришћење и руковање опасним материјама	6.0	8.0	4.0	1	192					

Табела 13 – Хемијске штетности [3]



Слика 26. – Хемијске штетности [5]

На основу снимљеног стања предложила сам одређене мере, како би елиминисали опасности или штетности и смањили ризик од повређивања:

- Опасне материје чувати искључиво у оригиналној амбалажи и прописно означене
- Опасне материје складиштити на прописани начин у просторијама са вентилацијом
- Обучити раднике за правилан рад са опасним материјама
- Спроводити редовно чишћење и одржавање система за вентилацију [3]

8.8 Штетности везане за неадекватно осветљење на радном месту

На основу снимљеног стања радног места радника у кабинету факултета, дошла сам до закључка да је процена ризика радног места у односу на **Штетности везане за неадекватно осветљење** је следећа:

	Вредност ризика					Категорија ризика				
	ТП	ВП	УИ	БО	ТП×ВП×УИ×БО	ЗАНЕМАРЉИВ	МАЛИ	УМЕРЕН	ВИСОК	НЕПРИХВАТЉИВ
Осветљење на радном месту није одговарајуће за ефикасно и безбедно обављање радних задатака	2.0	5.0	4.0	1	40					
У просторији за рад постоји засећеност што може утицати на безбедност и ефикасност рада	2.0	5.0	4.0	1	40					
Извори осветљења или осветљене површине могу негативно да утичу на чуло вида запосленог	2.0	5.0	4.0	1	40					

Табела 14 – Штетности везане за неадекватно осветљење [3]

На основу снимљеног стања предложила сам одређене мере, како би елиминисали опасности или штетности и смањили ризик од повређивања:

- Увести периодично испитивање и мерење осветљења у радној просторији
- Заменили неисправне расветне елементе [3]

Закључак

Напредак индустрије и привреде носи и низ нових опасности које угрожавају безбедност, здравље и живот радника на радном месту. То изискује изучавање узорка тих опасности као и обогаћивање односно подизање свести запослених, а нарочито свести послодавца у области заштите на раду. Изналажење узорка и спречавање несреће на раду у данашње време не може се вршити само практично и рутински.

У индустрији обраде метала, сваки уређај или алатка за рад представљају потенцијалну опасност за радника. Опасност је већа уколико се та средства за рад не користе у складу са Правилником и Законом о раду и уколико их користе лица која нису стручно оспособљена за рад са њима. Опасности од повреда се не јављају само приликом обраде материјала, већ могу да наступе и у другим фазама процеса рада као што је фаза допремања средстава за рад и материјала, припреме за обраду. Ове опасности су утолико веће ако се ради о материјалима или деловима које имају оштре делове или крајеве, као нпр. код CNC машине су глодачи, алатке. Због свих тих опасности радници су дужни да придржавати се правила заштите на раду и носити одговарајућу заштиту.

Свако друштво се бори за организовано спровођење превентивних мера безбедности и заштите здравља радника, јер је то свакако један од најважнијих фактора производног и економског развоја. Образовање и васпитање радника је једна од најефикаснијих превентивних мера у систему безбедности и заштите здравља на раду.

Литература :

- [1] Жељко М. Мијатовић , Специфичности програмирања CNC машина, Завршни рад, Машински факултет, Крагујевац, 2011
- [2] Марко, Програмирање CNC, Дипломски рад, Машински факултет, Крагујевац. 2010
- [3] Иван Мачужић, Процена ризика на радном месту–Водич за практичну примену, Машински факултет, Крагујевац
- [4] Иван Мачужић, Безбедност и здравље на раду, Машински факултет, Крагујевац – Нови Сад, 2009.

Линк :

- [5] <https://www.google.rs/search?q=haas+cnc+glodalica>
- [6] http://www.masfak.ni.ac.rs/uploads/articles/komponente_numa2.deo.pdf