

Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Савремени обрадни системи

Број индекса: 328/2013

Муњић Р. Драгана

**CNC ИЗРАДА ДЕЛОВА ЗА ПРЕСЕРСКЕ АЛАТЕ У ФИРМИ
„Gorenje MDM d.o.o.”**

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Богдан Недић

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру мастер рада кандидат треба да изврши систематизацију и на одговарајући начин презентацију података врзаних за примењене технологије израде делова пресерских алата у фирми Gorenje MDM d.o.o., Крагујевац. Потребно је да се кандидат упозна са софтверским алатима за програмирање CNC машина. У посебном делу рада на конкретном примеру приказати примену CNC технологија за израду неке позиције пресерског алата.

Мастер рад треба да садржи следеће целине:

1. Уводна разматрања
2. Специфичности облика и геометрије пресерских алата
3. Машине за израду делова у фабрици Gorenje MDM d.o.o.
4. Програмирање CNC машина
5. Специфичности примене CNC технологије у изради делова у предузећу Gorenje MDM d.o.o.
6. Закључци
7. Литература

Препоручена литература:

1. Богдан Недић: Наставни материјал, Машински факултет Крагијевац, Крагујевац 2007,
2. Иво Сладе: „CNC глодање EMCO MILL“ Школска књига Загреб, Загреб 2004.
3. Милентије Стефановић: Машине и алати у обради метала деформисањем, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац 2000.

Крагујевац, 29.05.2015.

Ментор :

Проф. др Богдан Недић

Резиме: У оквиру овог рада дата је анализа геометрије и облика алата за обликовање лима (алати за просецање и пробијање, алати за савијање, алати за дубоко извлачење, корачни алати, трансфер алати). Дат је пример 3D модела корачног и трансфер алата који се производи у фабрици Gorenje MDM d.o.o.. Дат је преглед машина које се налазе у фабрици и користе у изради појединачних делова и позиција за алате. Описано је програмирање CNC машина, дат је конкретан пример израде програма за CNC машину у програмском пакету DEPOCAM 13.0 и приказана је машинска обрада истог дела.

Кључне речи: пресерски алати, CNC глодалице, програмирање, DEPOCAM 13.0, машинска израда.

Summary: This master thesis presents analysis of geometry and shape of tools for sheet metal molding (tools for stamping and punching, bending tools, deep extraction tools, stepping tools, transfer tools). There is example of 3D model of stepping and transfer molds which are produced in Gorenje MDM factory. This thesis provides an overview of machines in this factory which are used in preparation for parts and positions of tools. There is description of CNC programming and an example for preparation of piece in DEPOCAM 13.0 software and a presentation of machinery production of same work piece.

Key words: Presser tools, CNC mills, programming, DEPOCAM 13.0, machinery production.

Садржај

1. Уводна разматрања.....	5
2. Специфичности облика и геометрије пресерских алата.....	8
2.1 Алати за просецање и пробијање.....	9
2.2 Алати за савијање.....	13
2.3 Алати за дубоко извлачење	14
2.4 Корачни (прогресивни) алати	15
2.5 Трансфер алати.....	16
3. Машине за израду делова у фабрици Gorenje MDM.....	18
3.1.Класичне машине	18
3.3 CNC машине	23
3.4.1 3-осне CNC глодалице	27
3.4.2 Подеони апарат.....	28
3.4.3 CNC глодалице у фабрици Gorenje MDM.....	29
3.4.4 5-осне CNC глодалице	31
3.4.5 Пример израде позиције на 5-осној CNC глодалици у фирми Gorenje Orodjarna	34
4. Програмирање CNC машина	36
4.1 Референтне тачке CNC глодалице.....	38
4.2 Координатни систем CNC	38
4.3 Ручно програмирање.....	40
4.3.1 Структура програма	41
4.4 Програмирање у погону	42
4.5 Програмирање помоћу рачунара	42
5. Управљачка јединица.....	45
5.1 “НААС” контролна табла	46
6. Пример израде „ШИБЕРА” за пресерски алат	48
7. Закључак.....	58
8. Литература.....	59

1. Уводна разматрања

Gorenje MDM d.o.o. је ћерка фирме Gorenje Orodjarna d.o.o. Велење, Словенија која послује у Крагујевцу од 2013. године на месту, на којем се од 1853. године производе алати. Ово је фирма са дугогодишњом традицијом производње алата са препознатљивим наступом на европском и светском тржишту индустрије беле технике и ауто индустрије.



Слика 1.1. Лого фирме Gorenje MDM d.o.o.

На основу захтева купца и у складу са технологијом коју поседује предузеће „Gorenje MDM d.o.o.” производи:

- Пресерске алате (прогресивне, трансфер),
- Алате за ливење пластике,
- Услужна израда појединачних позиција,
- Одржавање алата.

За пробе алата користе се пресе:

- Хидрауличке (ONAPRES 800t, Müller 150t)



Слика 1.2. Хидрауличке пресе у фабрици Gorenje MDM d.o.o. (ONAPRES 800t, Müller 150t)

Готове производе добијене из алата, у виду мерног извештаја, верификује контрола квалитета на 3D CNC мерној машини Wenzel (software Metrosoft) (слика 1.3.).



Слика 1.3. 3D мерна машина Wenzel у фабрици Gorenje MDM d.o.o.

У оквиру овог рада у другом поглављу дата је подела пресерских алата, и кратак опис прогресивних алата, трансфер алата и алата за просецање и пробијање лима.

У трећем поглављу описане су машине које се користе у изради позиција за пресерске алате у фабрици Gorenje MDM (класичне машине, ерозимати, CNC машине) . Описане су 3-осне CNC глодалице, могућност надоградње 4-те и 5-те осе подеоним апаратом и 5-осне

CNC глодалице. Дат је пример израде дела на 5-осној CNC глодалици у фабрици Gorenje Orodjarna.

У четвртом поглављу описано је програмирање CNC машина у обради глодањем (ручно програмирање, програмирање у погону и програмирање помоћу рачунара). Дат је опис референтних тачака CNC глодалице и координатног система CNC глодалице, као и списак главних G-функција и M - комадни.

У петом поглављу описана је управљачка јединица и активности управљачке јединице. Наведени су неки од произвођача управљачких јединица за CNC машине.

У шестом поглављу дат је конкретан пример израде програма на компјутеру за CNC глодалицу, у програмском пакету DEPOCAM 13.0, и приказана је израда комада на HAAS VF 6 CNC глодалици.

На крају је дат закључак и преглед коришћене литературе у изради мастер рада.

2. Специфичности облика и геометрије пресерских алата

При обради лима геометријски облик и димензије обратка обезбеђује алат. Алати за обраду деформисањем су веома сложени. При конструкцији алата треба дати предност једноставним решењима, са што већим бројем стандардних елемената. На тај начин се смањује цена алата, а да при том једноставност конструкције алата не сме да утиче на функционалност алата и његову тачност у раду.

На основу 3D модела и цртежа делова добијених од купца, припрема се метода за добијање производа, уз поштовање захтева купца (*Слика 2.1.*). После развијања методе креће се са конструкцијом алата. Конструкција алата ради се у software-у CATIA V5, која омогућује добру прегледност при дизајнирању и смањује могућности грешака, како у конструкцији тако и у изради. При конструкцији алата води се рачуна о захтевима и могућностима купца (нпр. води се рачуна о габаритима алата јер купац достави податке о преси на коју ће се касније поставити алат).



Слика 2.1. Метода за добијање готовог производа у корачном алату

Пресерски алати се састоје од два подсклопа:

- горњи део алата,
- доњи део алата.

Горњи се везује за притискивач пресе (покретан је), а доњи део алата за радни сто пресе (непокретан).

У принципу сви алати за обраду лима имају склоп од истих елемената, и једино се разликују у елементима који непосредно врше обликовање материјала (радни органи).

Делови пресерских алата:

- ножеви,
- матрице,
- горња плоча,
- доња плоча,
- усадна плоча,
- обликачи (горњи, доњи),
- шибери (уколико има бочних отвора на моделу),
- дистанцери,
- чауре,
- стубови за вођење алата и стубови за вођење притисне плоче,
- међуплоче (каљена плочица која спречава пробијање ножа или обликача у горњу плочу или усадну плочу).

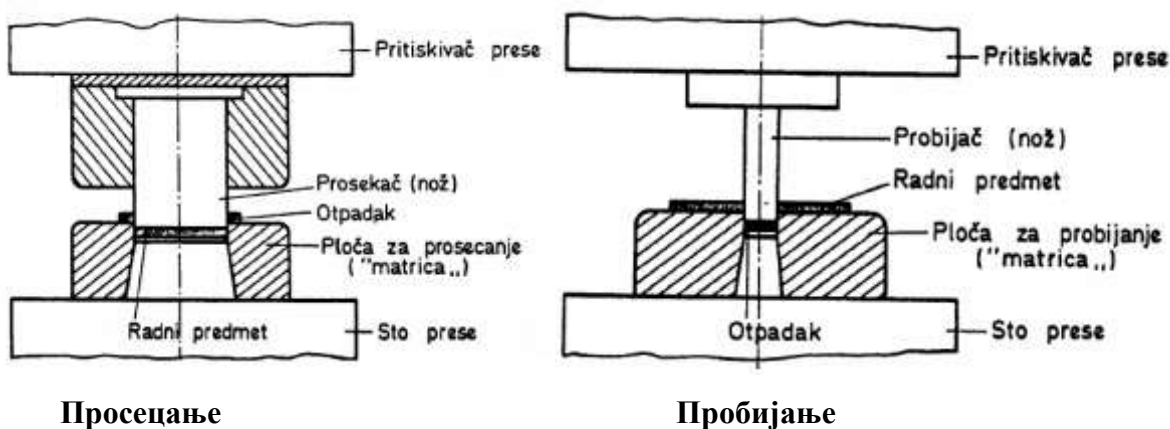
Подела пресерских алата:

- Алати за просецање и пробијање,
- Алати за савијање,
- Алати за дубоко извлачење,
- Корачни (прогресивни) алати,
- Трансфер алати.

2.1 Алати за просецање и пробијање

Ова обрада спада у групу обраде без еластичне или пластичне деформације материјала, при којој се врши одвајање једног дела материјала од другог. Пробиање и просецање врши се углавном специјалним алатима и машинама. Разлика између пробијања и просецања јесте у томе што се при пробијању израђују рупе различитог облика у

материјалу (округле, правоугаоне, и др.) док се просецање изводи у циљу добијања радних предмета различитог спољњег облика [5].

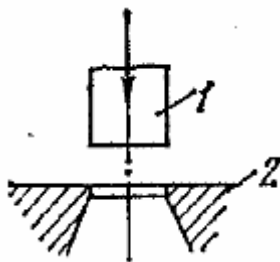


Слика 2.2. Разлика између просецања и пробијања [5]

Најчешћа подела алата за просецање и пробијање је по начину вођења покретног дела алата у односу на непокретни:

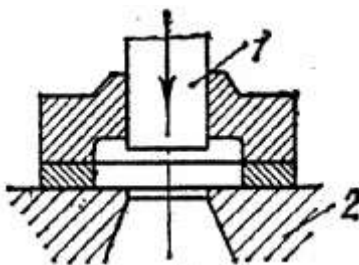
- Алати без вођења (користи се вођење пресе),
- Алати са плочастим вођењем,
- Алати са стубним вођењем,
- Алати са комбинованим вођењем (плочасто и стубно).

Алати без вођења за просецање и пробијање (користи се вођење пресе) су алати врло мале тачности (Слика 2.3.).



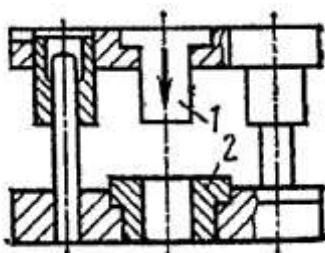
Слика 2.3. Отворени тип алата без вођења [5]

Алати са плочастим вођењем за просецање и пробијање су алати средње тачности (Слика 2.4.).



Слика 2.4. Алат са плочастим вођењем [5]

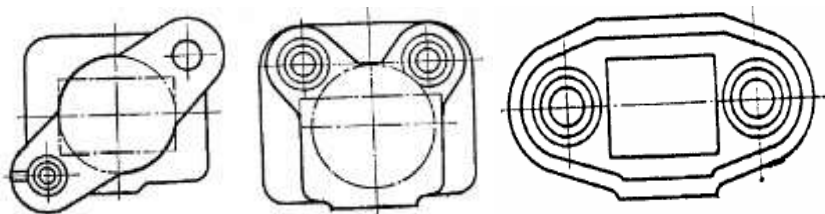
Алати са стубним вођењем за просецање и пробијање су алати високе тачности (Слика 2.5.).



Слика 2.5. Алат са стубним вођењем [5]

Горњи део алата је причвршћен за притискивач, а доњи за сто пресе. Поуздано вођење горњег дела алата у односу на доњи не може да обезбеди машина. Тачност рада отворених алата директно зависи од тачности склопа притискивач – вођица алат. Алати са плочастим вођењем не дају најбоље могуће решење у погледу тачности при раду. Најбоље, али најскупље решење су алати са стубним вођењем. Могућ је различит размештај стубова за вођење у алату:

- дијагонални распоред,
- бочни распоред у оси,
- централни распоред у оси.



Слика 2.6. Размештај стубова за вођење у алату [5]

При конструисању алата за просецање и пробијање, највећу пажњу треба посветити правилном избору зазора између просекача (пробојца) пречника d_p и прстена за просецање (матрице) d_m . Зазор битно утиче на процес раздвајања и квалитет просеченог (пробијеног) комада [5].

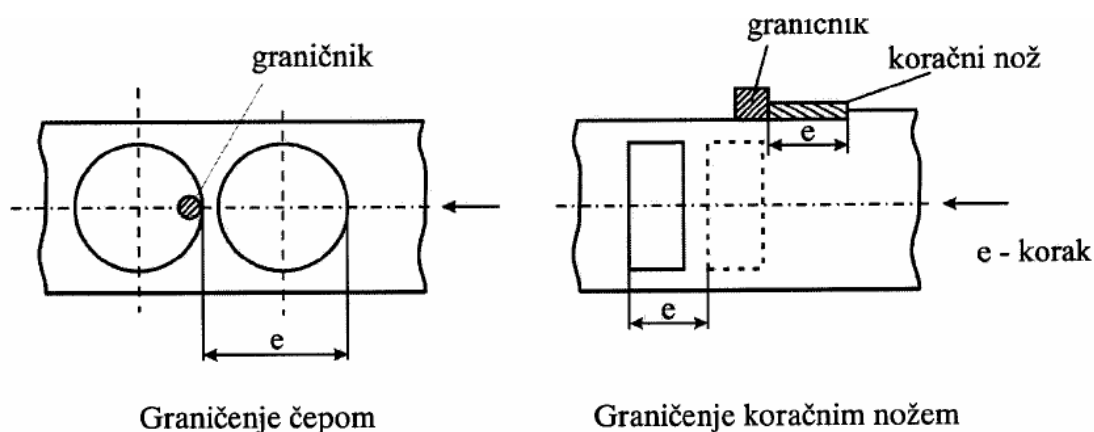
$$Z = d_m - d_p$$

Меру просеченог или пробијеног комада даје контура ножа, док се контура матрице у односу на нож увећава, искуствено за 8-10 % дебљине лима.

После сваког радног хода притискивача пресе трака мора да заузме правилан положај у односу на матрицу. Зато се у алат уграђују посебни елементи за ограничавање величине померања траке (граничници).

Најједноставнији граничник је чеп постављен на матрици, на који се ослања ивица претходно просеченог отвора (Слика 2.7.).

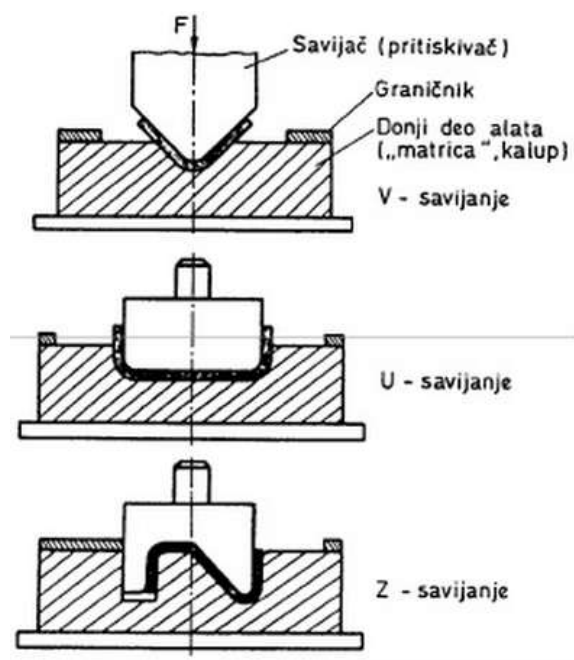
Код комбинованих алата за узастопне операција пробијања и просецања где се захтева већа тачност користе се гранични ножеви. Ширина ножа одговара кораку алата. Недостатак овог вида граничења је у већем утрошаку материјала.



Слика 2.7. Граничење траке у алату за просецање и пробијање [5]

2.2 Алати за савијање

Савијање спада у најчешће операције обраде метала деформисњем, често у комбинацији са извлачењем, просецањем и сл. Најчешћи облици савијања у алатима су V, U, Z што се види са следеће слике. Алати за савијање по констукцији, слични су алатима за просецање и пробијање, имају горњу и доњу плочу, стубно вођење и сл. Основна разлика је у извршним елементима алата, овде су то савијачи (притискивач, обликач) и матрица (калуп) за савијање.



Слика 2.8. Примери елементарних савијања у алату [5]

2.3 Алати за дубоко извлачење

Под дубоким извлачењем лима подразумева се такав вид обликовања при коме се од почетног недеформисаног, равног облика (развијене плоче, развијеног стања) добија тело просторне непрекидне конфигурације.

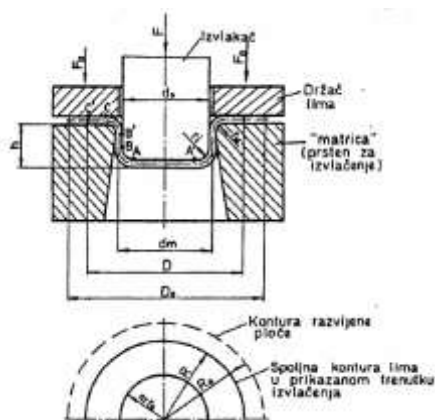
Према понашању дебљине лима током процеса обликовања разликују се два поступка:

- дубоко извлачење без промене дебљине лима (примењује се код танких лимова и има једно од доминантних места у индустрији прераде метала уопште),
- дубоко извлачење са стањењем (примењује се код дебљих лимова, има карактеристике запреминске обраде).

За разлику од осталих поступака обраде лима (просецање, савијање) у овом случају постоје три главна (радна) елемента алата: извлакач (најчешће преноси деформациону силу), матрица (прстен за дубоко извлачење) и држач лима.

Полазни комад има кружну контуру (пречника D_0) и пре почетка процеса обликовања поставља се на горњу површину матрице, када се активира дејство држача који силом држања F_D притеже обод комада. После тога извлакач својим главним дејством отпочиње обликовање комада све до његовог потпуног провлачења кроз отвор матрице.

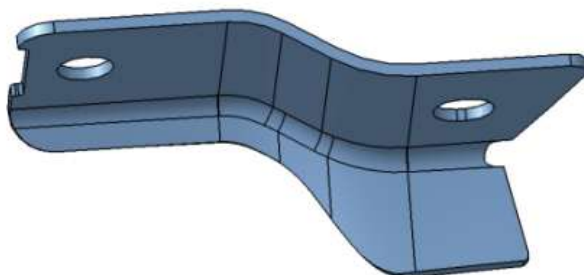
Алати за једнооперационо обликовање цилиндричног комада су релативно једноставни. Имају три главна радна елемента (извлакач, матрица, држач лима) и готово увек стубно вођење [5].



Слика 2.9. Дубоко извлачење [5]

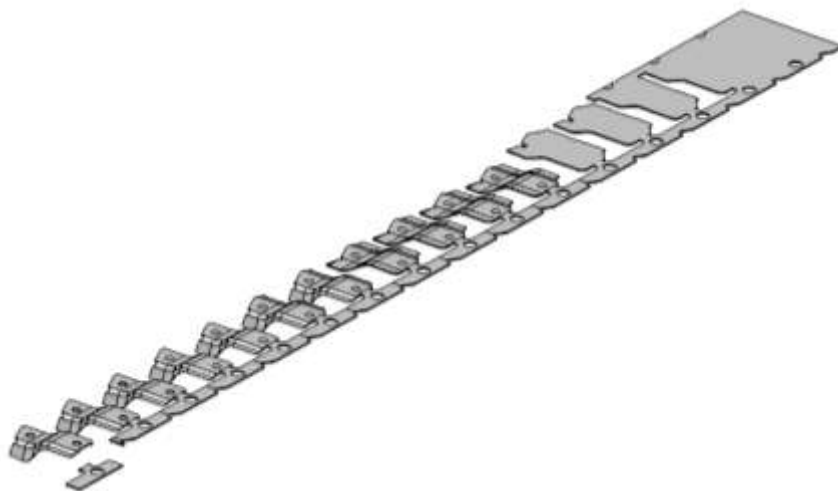
2.4 Корачни (прогресивни) алати

За израду корачног алата креће се од 3D модела готовог комада (Слика 2.10.).



Слика 2.10. Модел готовог комада

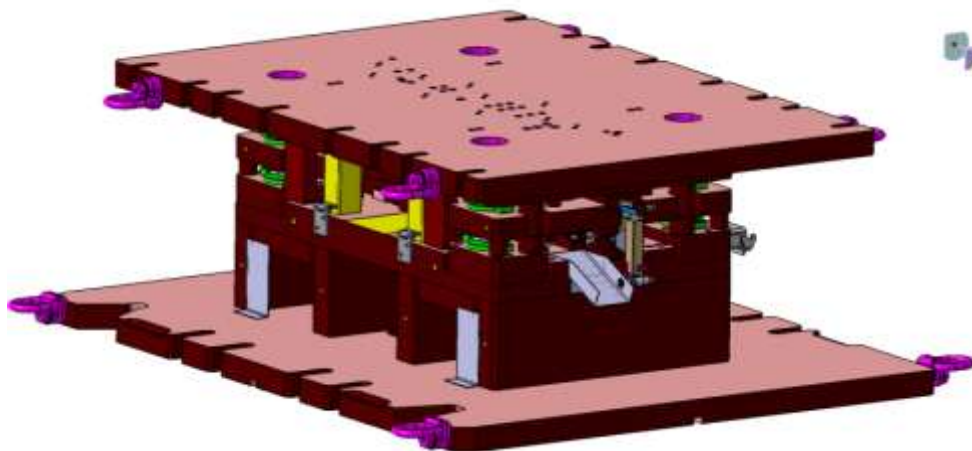
Затим се на основу 3D модела припрема метода за добијање готовог комада у software. Конструктор поред високог познавања рада у software, мора добро да познаје технологију пластичног обликовања лима (понашање лима при обради у зависности од његове дебљине, материјала и осталих параметара везаних за процес обраде).



Слика 2.11. Метода за добијање готовог комада на корачном алату

До готовог комада долази се пластичним обликовањем лима у корацима. То значи да на комаду има више операција обраде, савијање, извлачење, просецање, пробијање, опсецање

које се морају урадити из неколико корака (у зависности од сложености геометрије производа).



Слика 2.12. 3D модел корачног алата

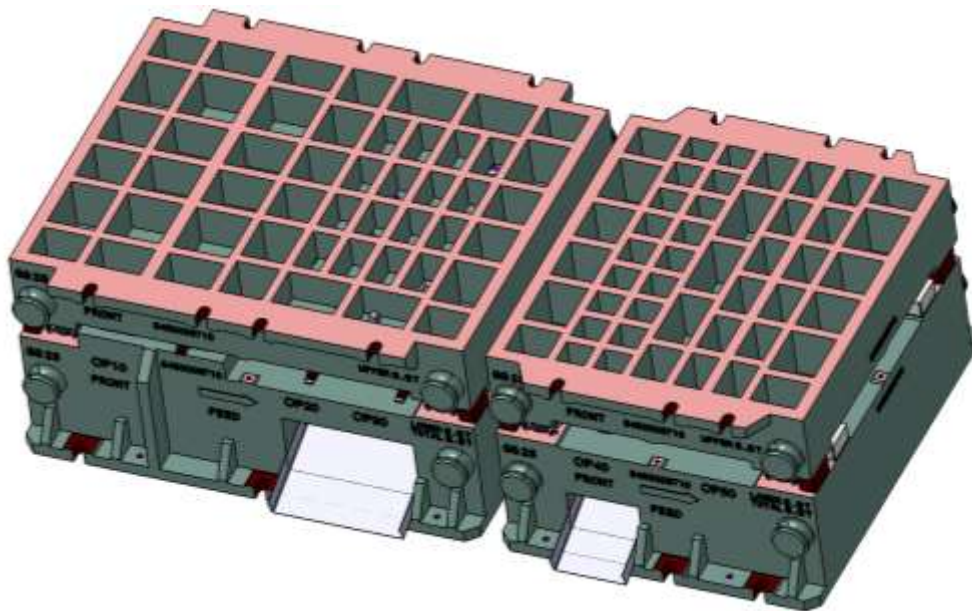
2.5 Трансфер алати

Трансфер алати се конструишу када је потребно израдити комаде од лима великих габарита. И код ових алата прво се развија метода у software-у, за добијање готовог комада.



Слика 2.13. Метода за добијање готовог комада у трансфер алату

Код трансфер алата лим (радни комад) прво се помоћу роботске руке поставља на операцију извлачења, затим роботска рука пребацује лим на нову операцију где се врше просецања и пробијања. Уколико је потребно просецања и пробијања могу се поделити у више операција. На крају радни комад долази на операцију калибрације из које излази коначни радни комад. У овој операцији могу бити смештене операције додатног савијања или извлачења која су морала бити извршена после опсецања.



Слика 2.14. 3D модел трансфер алата

3. Машины за израду делова у фабрици Gorenje MDM

У фабрици Gorenje MDM налази се велики број машина. Поред најсавременијих CNC машина, ту се налазе и машине старије генерације. Израда делова врши се на класичним машинама (стругови, бушилице, глодалице, брусилице), CNC глодалицама, ерозиматима (ерозимат са жицом и ерозимат са електродом). Контрола квалитета израђених позиција врши се на 3D CNC мерној машини Wenzel (software Metrosoft). За израду алата користе се стандардни делови фирми FIBRO, AZOL-GAS, DAYTON.

3.1. Класичне машине

У фабрици Gorenje MDM од класичних машина у изради делова користе се:

- Универзални струг,
- Глодалице (хоризонталне, вертикалне),
- Брусилице за равно и округло брушење,
- Хоризонталне и кординатне бушилице.



Слика 3.1. Универзални струг и вертикална глодалица у фабрици Gorenje MDM

Брушење је једна од најзначајнијих производних операција завршне обраде јер обезбеђује:

- високу тачност мера и
- висок квалитет обрађене површине.

Брушење се прво изводи у циљу тачног позиционирања комада у даљој машинској обради. Уколико је потребно комад термички обработити, после машинске обраде се на комаду оставља додаток који се на крају брушењем доводи на меру.



Слика 3.2. Брусилаца за равно брушење у фабрици Gorenje MDM

Израда навоја у фабрици врши се на CNC глодалицама, или на специјалној машини за израду навоја.

Предности израде навоја на специјалној машини за израду навоја у односу на CNC:

- лака за употребу,
- смањује трошак CNC обраде,
- има могућност резања навоја под углом,
- лако се може пренети са једног места на друго.

Недостатак је што има могућност резања навоја до M16.

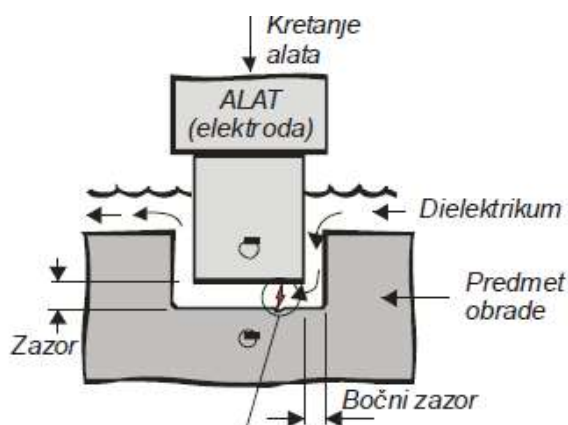


Слика 3.3. Специјална машина за израду навоја

3.2 Ерозимати

Еродирање представља процес обраде свих електропроводљивих материјала без обзира на њихова механичка својства. Обликовање површина остварује се копирањем облика алата или узајамним кретањем алата и предмета обраде и непрофилисаног алата (жичане електроде). EDM обрада се користи у случајевима када је механичка обрада немогућа или крајње отежана, при обради тврђих материјала, изради отвора малог пречника, отвора и производа сложене конфигурације итд.

При одговарајућем растојању алата и предмета обраде (0,005 - 0,5 мм) успоставља се електрични лук или искра. Појава лука или искре доводи до јонизације радне течности (диелектрикума), формирања стуба пражњења (јонизујућег стуба), топљења и испаравања честица материјала предмета обраде. Прекидом пражњења (прекидом струјног кола) долази до пуцања јонизујућег стуба, избацивања растопљеног материјала и његовог одношења из зоне обраде. Хлађење растопљеног материјала и одношење се остварује диелектрикумом (дејонизована вода, петролеј, минерално уље,...) који циркулише. Наизменично импулсно пражњење обезбеђује разарање материјала, продирање алата и формирање профила који одговара профилу алата [1].

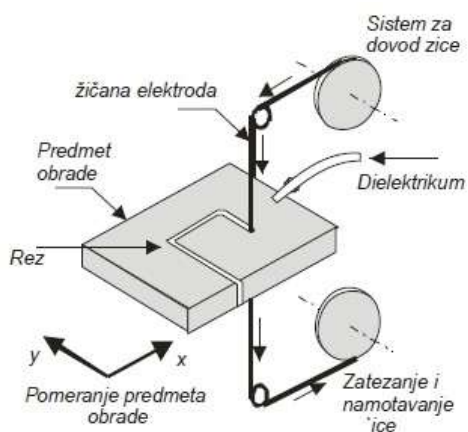


Слика 3.4. Шема обраде на ерозимату са електродом [1]



Слика 3.5. Ерозимати са електродом у фабрици Gorenje MDM

Да би се почело са обрадом на ерозимату са жицом, на позицији је потребно изградити рупу кроз коју ће се провући жица. Полаз задаје технолог, а рупа се обично буши на бушилици или CNC глодалици. Жичана електрода се само једном користи.



Слика 3.6. Шема поступка еродирања жицом [1]



Слика 3.7. Ерозимат са жицом у фабрици Gorenje MDM, CHARMILLES 690

3.3 CNC машине

Класична машина + управљачка јединица → NC систем

Класична машина + управљачка јединица + програм → CNC систем

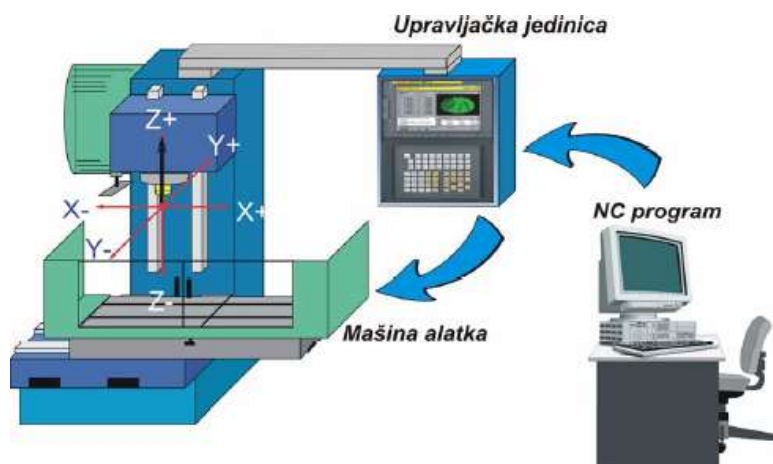
CNC је скраћеница из енглеског језика (Computer Numerical Control), опште је прихваћена у машинству и означава процес производње машинских делова на машинама код којих управљачка јединица уз помоћ програма управља кретањем радних органа машине. Програм добијен на рачунару, пребацује се у управљачку јединицу, преко неког USB уређаја или путем рачунарске мреже.

Технологија CNC машина, у данашњој индустрији, има широку примену. Због своје поузданости и прецизности CNC технологија у процесу производње је постала незамењива. Могло би се рећи да се CNC машине данас користе у свим производним делатностима. Најчешће области примене CNC машина:

- Обрада дрвета
- Обрада метала
- Обрада пластике

CNC машина представља систем који чине следећи елементи:

- NC програм
- Управљачка јединица
- Машина алатка



Слика 3.8. Шема CNC система

CNC машине одликују се следећим предностима:

- Потпуна флексибилност,
- Висока тачност обраде,
- Висока продуктивност, краће време израде дела,
- Могућност израде најсложенијих машинских делова,
- Краће време за подешавање машине,
- Смањење шкарта,
- Оператер може пратити више машина истовремено,
- Могућност аутоматизоване серијске производње, уз помоћ робота који послужује машину.

Недостаци CNC машина:

- Висока цена набавне опреме,
- Висока цена резног алат,
- Комплексно одржавање,
- Потреба за висококвалитетним програмером и оператером (који се бави и одржавањем, једноставни радови),
- Обавезно планирање рада до детаља, као код сваке аутоматизоване производње,
- Велики инвестициони трошкови повећавају трошкове машинског сата,
- Већи ефекти се остварују у аутоматизацији великосеријске производње и тако даље.

Највећа предност CNC машина је побољшана аутоматизација као и флексибилност. CNC машине имају велику тачност и велику могућност поновљивости, тако да се може произвести велики број истих делова.

Израда новог дела на CNC машини се своди на учитавање новог програма. Овим машинама је врло лако управљати па се са производњом може кренути врло брзо што представља један од захтева модерних пословних филозофија као што је на пример just in time (JIT). Економичност CNC машина долази до изражаја у производњи сложених делова у великим серијама.

Најкарактеристичнија подела CNC алатних машина је према броју нумеричко управљаних оса. Постоје:

- CNC машине са две осе
- CNC машине са три осе
- CNC машине са четири осе
- CNC машине са пет оса
- CNC машине са шест оса

Најчешће коришћене CNC машине су са три, четири и пет оса.

Глодалице су алатне машине којима се могу обрађивати хоризонталне и вертикалне равне површине, жљебови, отвори, зупчаници, површине специјалног и сложеног облика и др. Главно кретање (обртно) остварује алат стегнут у главно вретено, а помоћно (транслаторно или ротационо) кретање врши предмет обраде стегнут на сто машине. Постоји неколико начина поделе глодања, а најчешће је у зависности од положаја главног вретена на глодалици [1].

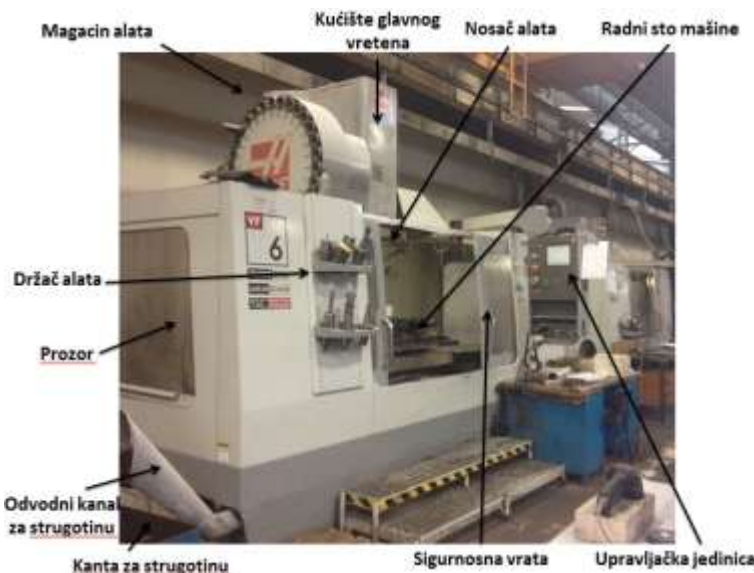
У зависности од положаја главног вретена глодалице могу бити:

- Хоризонталне
- Вертикалне



Слика 3.9. Хоризонтална и вертикална CNC глодалица [2] [3]

Осим конструкцијске разлике у положају радног вретена хоризонтална и вертикална глодалица разликују се и у технолошким карактеристикама. Хоризонталне глодалице имају бољи приступ радном простору тј. простор изнад радног стола је слободан (код вертикалних није) што омогућава и обраду делова већих димензија и маса.



Слика 3.10. CNC глодалица у фирми Gorenje MDM

Обрада се обавља алатима глодалима. Глодала су вишесечни алати сложене геометрије по чијем обиму су распоређене резне ивице. Алати (глодала) се обично постављају на ротирајућа вретена различитих машина. Постоји велики број доступних машина на којима се могу користити глодала: глодалице, обрадни центри (глодалице са аутоматским измењивачем алата), стругарски обрадни центри итд.



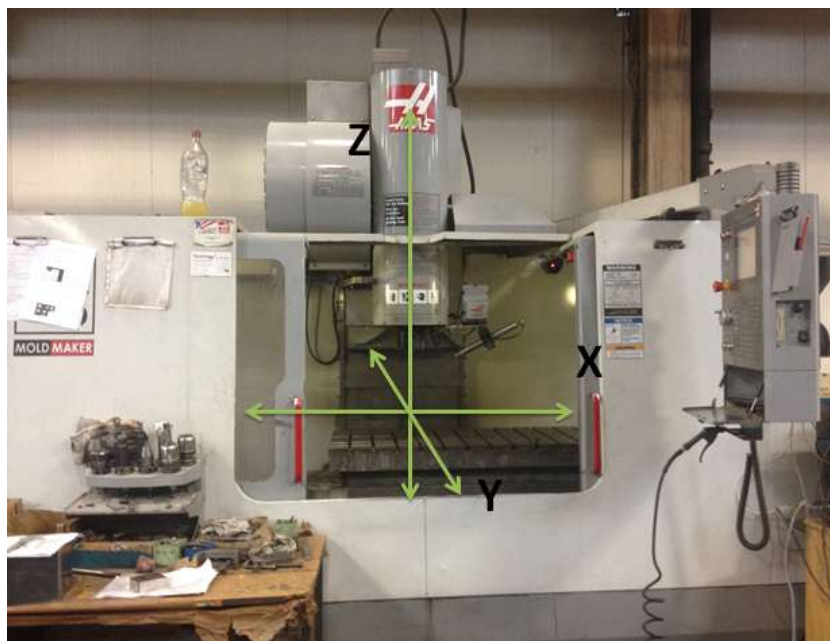
Слика 3.11. Држач алата на CNC глодалици HASS VF 6

Магацин алата (tool box) је посебан део CNC алатне машине који има функцију да обезбеди смештај већег броја алата који су предвиђени за извођење операција на CNC машини. Магацин алата има већи број гнезда која су са истим конусним прихватом алата као и главно вретено CNC алатне машине. Број гнезда зависи од врсте магацина алата и од величине алатне машине. Алат се из магацина поставља у главно вретено, а алат из главног вретена у магацин алата помоћу измењивача. Да би се извршила аутоматска измена оба алата морају бити дефинисана у строгој позицији. Због тога магацин алата има сопствени погонски систем за довођење алата у позицију за измену.

Аутоматска измена алата води ка повећању продуктивности и обезбеђује услове за машинску обраду без присуства оператера.

3.4.1 3-осне CNC глодалице

Кретање по осама X,Y је померање радног стола у позитивном и негативном смеру ових оса, а оса Z се налази у главном вретену (Слика 3.12.). Позитиван смер осе Z је увек од врха алата ка предмету обраде. У случају да је за потребе производње потребна 4-та и 5-та оса користи се подеони апарат.



Слика 3.12. Осе CNC глодалице

3.4.2 Подеони апарат

Подеони апарат се може уградити на било коју вертикалну или хоризонталну машину као четврта или пета оса. У фабрици „Gorenje MDM” постоји подеони апарат који се према потреби, ради израде неког дела, поставља на радни сто CNC машине. Подеони апарат има улогу заокретања радног комада, према потреби може се заокренути у два угла, чиме се надомести недостатак 4-те или 5-те осе на троосној CNC машини (Слика 3.13).



Слика 3.13. Подеони апарат

Ради добијања жељеног комада, на радионичком цртежу је потребно дефинисати за коју вредност се радни комад заокреће. Пошто се правилно постави радни комад, пушта се задати програм.

Када се израђује програм за део који се налази на подеоном апарату, у случају да се радни комад заокреће око једне осе за полаз је довољн један толерисани отвор. У случају када се радни комад заокреће око две осе, тада се користи „куглица“ која омогућава да се лакше нађе полаз. У оба случаја при изради програма координатни систем се поставља под углом односно постављање координатног система под углом заокреће се радни комад чиме се симулира приказ радног комада постављеног на подеоном апарату. Подеони апарат се такође користи и у случају класичног координатног бушења. Поступак рада је исти као и код примене подеоног апарата на CNC машинама.

3.4.3 CNC глодалице у фабрици Gorenje MDM

Gorenje MDM d.o.o. у Крагујевцу поседује CNC машине са три и четири осе. Gorenje Orodjarna d.o.o. Велење у Словенија поред 3-осних и 4-осних CNC глодалица поседује CNC глодалице са 5 оса.



Врста	3-осна вертикална CNC машина
Модел	BMX 40
Произвођач	HURCO
Радни простор (мм)	1020x510x610
Снага мотора (kW)	15
Број обртаја вретена(мин ⁻¹)	80-10000
Носивост стола (кг)	500
Управљачка јединица	HEIDENHAIN

Слика 3.14. 3-осна вертикална CNC машина HURCO BMX 40



Врста	3-осна вертикална CNC машина
Модел	BMC 30
Произвођач	HURCO
Радни простор (мм)	760x460x610
Снага мотора (kW)	7.5
Број обртаја вретена(мин ⁻¹)	80-8000
Носивост стола (кг)	500
Управљачка јединица	HEIDENHAIN

Слика 3.15. 3-осна вертикална CNC машина HURCO BMC 30



Врста	3-осна вертикална CNC машина
Модел	Duravertikal 5100
Произвођач	MORI SEIKI
Радни простор (мм)	1050x530x510
Снага мотора (кW)	13
Број обртаја вретена(мин ⁻¹)	max 12000
Носивост стола (кг)	1000
Управљачка јединица	FANUC

Слика 3.16. 3-осна вертикална CNC машина MORI SEIKI Duravertikal 5100



Врста	3-осна вертикална CNC машина
Модел	VCP 1350
Произвођач	MIKRON
Радни простор (мм)	1150x800x700
Снага мотора (кW)	15
Број обртаја вретена(мин ⁻¹)	80-8000
Носивост стола (кг)	1200
Управљачка јединица	HEIDENHAIN

Слика 3.17. 3-осна вертикална CNC машина MIKRON VCP 1350



Врста	3-осна вертикална CNC машина
Модел	VF 6
Произвођач	HAAS
Радни простор (мм)	1626 x 813 x 762
Снага мотора (кW)	22,4
Број обртаја вретена(мин ⁻¹)	80-8100
Носивост стола (кг)	1814
Управљачка јединица	FANUC

Слика 3.18. 3-осна вертикална CNC машина HAAS VF 6



Врста	3-осна вертикална CNC машина
Модел	VM 3
Произвођач	HAAS
Радни простор (мм)	1016 x 660 x 635
Снага мотора (кW)	22.4
Број обртаја вретена(мин⁻¹)	max 15000
Носивост стола (кг)	1814
Управљачка јединица	FANUC

Слика 3.19. 3-осна вертикална CNC машина HAAS VM 3



Врста	4-осна хоризонтална CNC машина
Модел	WHN 13 CNC
Произвођач	TOS
Радни простор (мм)	6000x3500x3200
Снага мотора (кW)	37
Број обртаја вретена(мин⁻¹)	10-3000
Носивост стола (кг)	16000
Управљачка јединица	HEIDENHAIN

Слика 3.20. 4-осна хоризонтална CNC машина

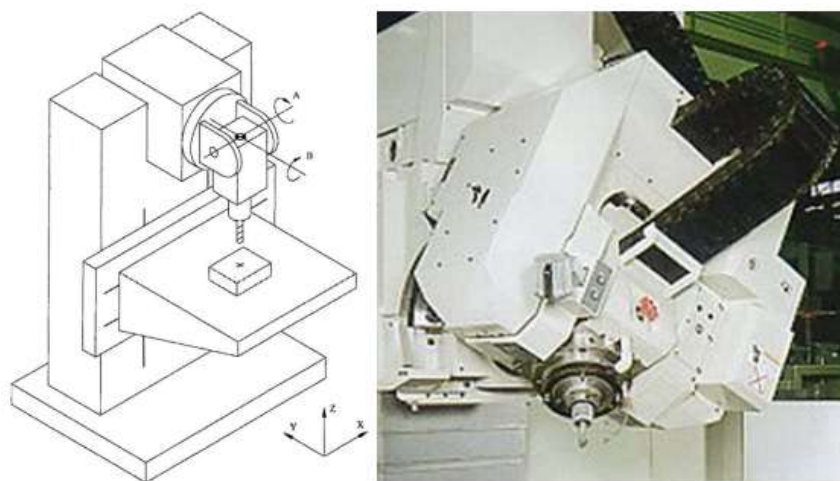
3.4.4 5-осне CNC глодалице

Главна предност алатних машина са више оса је у њиховој флексибилности тј., могућности позиционирања алата у жељену тачку на предмету обраде. Што машина има више оса кретања то је и већа могућност израде геометријски захтевнијих профила.

За постизање пет оса на машини користе се осе транслације и осе ротације. Најчешће коришћена комбинација је са три транслацијске осе и две ротацијске. Могуће изведбе машина са две ротацијске осе:

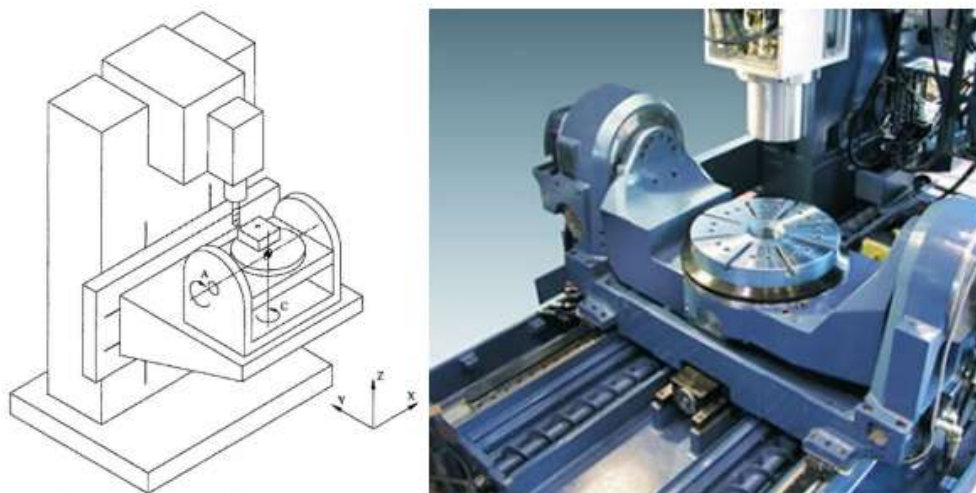
- 5-осна CNC глодалица са окретном главом (све осе се налазе у главном вретену, три транслаторне и две ротационе),
- 5-осна CNC глодалица са ротирајућим окретним столом (три транслаторне осе се налазе у главном вретену, а остале две у ротирајућем столу)
- Постоји могућност, када се транслаторне осе налазе у глави вретена, а једна ротациона на радном столу машине а друга у глави вретена.

5-осне CNC глодалице са окретном главом имају могућност израде масивнијих делова, него 5-осне машине са окретним столом. Сто код ових CNC глодалица је стабилнији, и може поднети веће оптерећење.

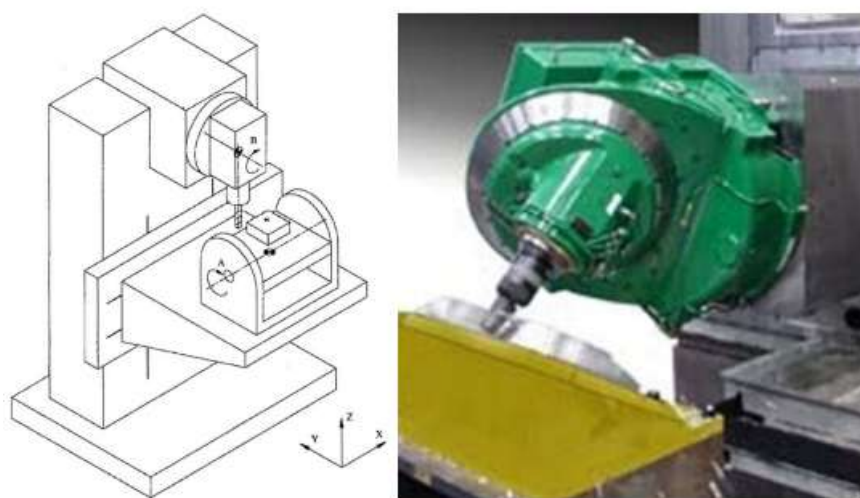


Слика 3.21. Концепција машине са обе ротацијске осе на главном вретену

5-осна CNC глодалица са окретним столом, има већи радни простор по Z осе него 5-осна CNC глодалица са окретном главом. Има већи обртни момент при мањем броју обртаја. И ова обрада је веома слична машинама са 3 осе. Ове машине су намењене за израду делова мањих димензија.



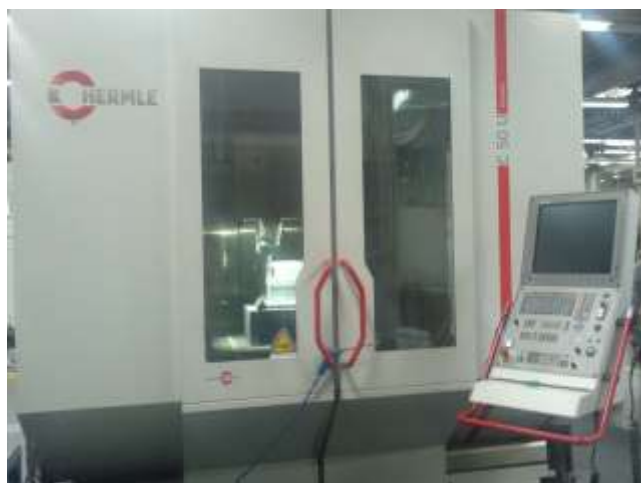
Слика 3.22. Концепција машине са обе ротацијске осе на обрадном столу



Слика 3.23. Концепција машине са једном ротацијском осом на обрадном столу, а другом на главном вретену

Највећи недостатак примене петоосних машина је то што се због већег броја веза и зглобова између покретних делова машине може појавити смањена крутост. Због тога се при обради, уколико је могуће коришћење само транслацијских оса, ротацијске осе “закључавају”, чиме се постиже већа крутост машине.

3.4.5 Пример израде позиције на 5-осној CNC глодалици у фирми Gorenje Orodjarna



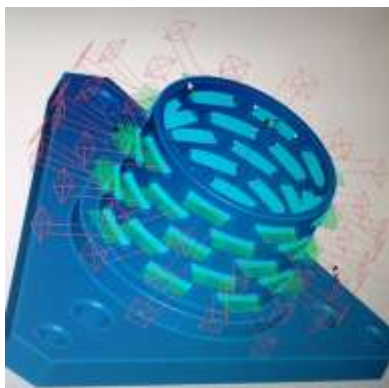
Врста	5D CNC машина
Модел	HERMLE C50
Произвођач	HERMLE
Радни процор (мм)	1000x1100x700
Снага мотора (kW)	39
Број обртаја вретена (m/min)	60
Носивост стола (кг)	2000
Управљачка јединица	HEIDENHAIN iTNC 530

Слика 3.24. 5-осна CNC глодалица у фирми Gorenje Orodjarna, HERMLE C400

На следећој слици је приказан ротирајући сто 5-осне CNC глодалице HERMLE C400 .



Слика 3.25. Радни сто 5-осне CNC глодалице HERMLE C400, Gorenje Orodjarna



Слика 3.26. *Израда програма за 5-осну CNC глодалицу у DEPOCAM-у 13.0*

Машинска израда комада на 5-осној CNC глодалици HERMLE C400.



Слика 3.27. *Израда дела на машини HERMLE C400*



Слика 3.28. *Готов комад*

4. Програмирање CNC машина

Програмирање обрадних процеса на компјутерски управљаним алатним машинама обављају програмери који су обучени за то. Углавном инжењери који поред правила програмирања у датом програмском језику, познају технологију обраде, карактеристике CNC машина и сл.

Програм за CNC машине алатке треба да буде оптималан, економичан и без грешака. Програмирање обрадних процеса на компјутерски управљаним алатним машинама обухвата низ активности на систематизацији обрадних информација, њиховом исписивању одређеним редоследом и кодом по правилима програмског језика у форми управљачког програма. Преко управљачког програма компјутерски управљана алатна машина добија на одређени начин кодиране, све потребне информације за аутоматску обраду неког елемента. Ту спадају информације о кретањима (главним и помоћним), информације за укључивање и искључивање извршних органа машине, замена алата и предмета обраде, почетак и крај програма, итд. Све информације за управљање и реализацију обрадног процеса се програмирају на одређени начин, чувају и у кодираном облику уносе у меморију управљачког система.

Програмирање CNC машина може да буде:

- Ручно програмирање,
- Програмирање у погону,
- Програмирање помоћу рачунара.

У фабрици Gorenje MDM d.o.o. и фабрици Gorenje Orodjarna d.o.o. користи се програмирање помоћу рачунара. Програмирање у фабрици Gorenje MDM врши се у програмском пакету DEPOCAM 13.0. Овај програм одличан је за 3D програмирање, мање се користи за 2D програме, и нема могућност моделирања. Рад у овом програму је врло једноставан, има могућност брзог исправљања програма.



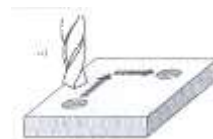
Слика 4.1. Лого софтвера за израду CNC програма DEPOCAM

3D модели као и склоп алата раде се у програмском пакету CATIA V5. Па се даље модел преноси у DEPOCAM 13.0 где програмер прави програм за CNC машину.

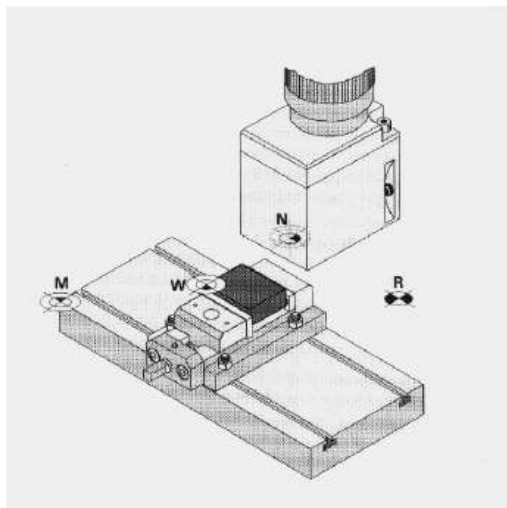
Систем управљачких машина са компјутерским управљањем конципирани су и развијени тако да програмске информације и инструкције прихватају само ако су написане или задате у одговарајућем коду. Развијено је више система кодирања, али се најчешће примењују ISO и EIA системи кодирања.

Према врсти програмирања CNC системи се могу поделити на:

- системе са управљањем од тачке до тачке (позиционо) – примењује се у обради на бушилицама, машинама за тачкасто заваривање
- системе са линијским управљањем – кретање клизача изводи се по линији са тачно дефинисаном почетном и крајњом тачком
- системе са контурним управљањем – у овом облику управљања алат је у захвату са радним комадом у току извођења сложеног кретања по управљаним осама



4.1 Референтне тачке CNC глодалице



Слика 4.2. Референтне тачке CNC глодалице

М – нулта тачка машине. Позиција ове тачке се не може мењати. Одређена је од стране произвођача CNC машине и не може се мењати. Од ње се прерачунавају сва даља кретања.

W – нулта тачка предмета обраде. Мења се према потреби конструкције и израде. У овој тачки се налази почетак кординатног система, који је пребачен из тачке М у ову тачку.

N – референтна тачка алата. Тачка од које се мере сви алати. Лежи на оси дрзача алата. Одређена је од стране произвођача CNC машине и не може се мењати.

В – почетна тачка алата. Од ове тачке алат почиње са обрадом и у њој се врши измена алата.

R – тачка у радном подручју машине. Служи за калибрирање мерног система машине и на почетку рада са машином алат морамо довести у тачку R.

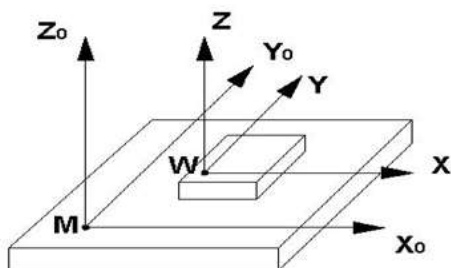
4.2 Координатни систем CNC

Узајамни положај алата и предмета обраде дефинише се помоћу два кординатна система:

1. Координатни систем машине,
2. Координатни систем предмета обраде.

За дефинисање узајамних положаја алата и предмета обраде најчешће се примењује Декартов правоугли координатни систем (Слика 4.3.). Правоугли координатни систем базира се на три координате X , Y , Z . оне су међусобно управне и секу се у једној тачки која се зове нулта тачка. Координате приказују удаљеност неке тачке од нулте тачке у једном од сва три правца. Позиција у равни се описује двома координатама, док се позиција у простору описује са три координате. Координате које се односе на нулту тачку називају се апсолутним координатама, док координате које се односе на неку другу познату тачку унутар координатног система називају се инкрементним координатама.

За координатни систем машине је преко референтне и нулте тачке машине везан положај алата, док се преко координатног система предмета обраде дефинише геометрија коју је потребно постићи обрадом.



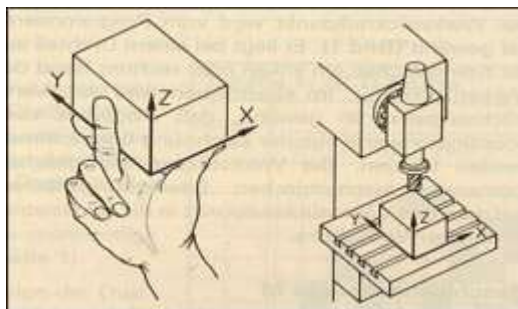
M – нулта тачка машине,

W – нулта тачка предмета обраде,

X_0, Y_0, Z_0 -координатни систем машине,

X, Y, Z - координатни систем предмета обраде.

Слика 4.3. Координатни систем машине и предмета обраде



Слика 4.4. Одређивање позитивног смера координатног система CNC глодалице

Орјентација координатног система CNC машине је усклађена са правилом „три прста десне руке” као што је на слици приказано. Оса Z је увек усмерена у правцу осе главног вретена, а у зависности од равни у којој се обрада врши одређују се смерови друге две осе.

4.3 Ручно програмирање

Ручно програмирање је најстарији и технолошки најнижи ниво програмирања NC машина. Примењује се у технолошкој разради обраде делова једноставне геометрије.

Програмер - технолог писањем изворног програма израде дела води алат од тачке до тачке по контури обраде, водећи рачуна о технолошким параметрима:

- обрадивости материјала обратка,
- карактеристикама резних алата,
- оптималности режима обраде итд.

Полази се од радионичког цртежа при ручном програмирању. На основу радионичког цртежа и цртежа полуфабриката програмер дефинише план обраде, из тога произилазе радно место или машина, потребне операције, њихов редослед, бројеви обрта, помоћна кретања, операције у којима треба извршити замену алата или извршити укључивање и искључивање SHP, итд.

План стезања дефинише се на основу података о машини, стезном прибору и плану обраде. Обухвата информације о положају предмета обраде, координатних оса, димензијама предмета обраде и стезног прибора, те дефинише начин стезања. Планом стезања постиже се брже постављање предмета обраде на машину, олакшава се програмирање и омогућује израда спецификације стезних алата. План алата дефинише се на основу плана стезања, информација о алату и режиму обраде, који садржи информације о врсти алата, пречнику алата, броју зуба алата, димензијама алата, дрзачу алата, растојању између врха алата и референтне равни радног вретена, операцијама у којима се

алат користи, итд. Програмер врши програмирање попуњавањем технолошког програмског листа, на основу података о машини, прибору, алату и режиму обраде.

4.3.1 Структура програма

При ручном програмирању пише се и добија изворни програм који се може пренети на бушену траку. Изворни програм садржи све информације потребне за процес обраде. Свака елементарна операција је дефинисана преко реченица. Више реченица чине блок који представља одређени захват на машини алатки. Свака информација у оквиру реченице даје се преко речи. Реч се састоји из адресе и припадајућег броја са опционим предзнаком. Адресе су словни симболи који представљају одређену функцију и увек се налазе на почетку речи. Редослед речи у реченици је прописан. Речи могу имати модални или периодични начин дејства. Модална реч остаје меморисана све док се не избрише или не замени другом. Речи са периодичним дејством делују само у реченици у којој су програмиране, што значи да, по потреби, мора поново да се програмирају.

Адресе и кодиране ознаке по ISO стандарду су:

N – адреса за означавање броја блока,

G – адреса за означавање услова кретања,

X, Y, Z – адресе за дефинисање путање,

F – адреса за дефинисање помоћног кретања,

M – адресе за дефинисање помоћних или додатних функција као што су искључивање главног вретена, измена алата,

D – адресе за дефинисање радијуса глодала,

C – адресе за дефинисање броја обртаја вретена (о/мм),

T – адресе за дефинисање или позивање алата из магацина алата,

I, J, K – параметри кружне интерполације.

Главне функције или функције услова кретања означавају се словним симболом G.

Функције су дефинисане одговарајућим упуством за руковање одређеном машином. Како постоји разлика између појединих управљачких јединица, тако постоји и разлика у значењу главних функција.

4.4 Програмирање у погону

Управљачка јединица је снабдевена програмима који аутоматски, на основу описа контуре, дефинишу путању алата и срачунавају све потребне координате. Такође постоје одређене програмске рутине које генеришу облик реченице за унете податке. У управљачку јединицу се уносе датотеке материјала, алата и режима тако да се одређени технолошки параметри обраде могу директно да срачунавају за време програмирања.

4.5 Програмирање помоћу рачунара

Овај начин програмирања се примењује за поступке технолошке разраде сложене геометрије попут сложених 2D комада и запреминских модела. Развојем hardware – а и software – а омогућен је даљи развој овог вида програмирања. Данас се у улози носача овог вида програмирања користе CAD, CAM и CAE програми попут AUTODESK INVERTOR-a, CATIA-e, PROENGINEER-a, SOLIDWORKS-a, DEPOCAM-a, MASTERCAM-a и др.

Предности овог вида програмирања су:

- скраћује се време потребно за израду програма,
- смањује се могућност појаве грешке при дефинисању геометрије (технолог – програмер не дефинише геометрију, већ је преузима у електронској форми од конструктора),
- омогућује се коришћење база података о алатима, препорученим режимима обраде, као и преузимање карактеристика материјала садржаних у базама програмског пакета – они се по потреби могу мењати, а сам програм може да нам сугерише њихов избор и
- постоји могућност верификације и симулације програма на рачунару.

Недостаци овог програмирања су:

- висока цена hardware-a, и software-a,
- програм не генерише увек најкраћу – оптималну путању алата, па самим тим је главно време израде делова дуже.

Активности програмирања помоћу рачунара су:

- избор алата,
- дефинисање путање алата уз избор технолошких параметара,
- избор методе – стратегија резања,
- симулација процеса обраде уз могућност исправки у појединим секвенцама,
- постпроцесирање,
- слање програма машини и формирање техничке документације,
- провера програма на машини и евентуалне исправке и
- израда и провера радног комада.

Машинско програмирање омогућује да се уз дефинисање полуфабриката, геометрије готовог дела, материјала и алата, омогући рачунару да дефинише путању врха алата односно да се аутоматски добије потребна геометрија.

Ручно програмирање се не користи у фирми Gorenje MDM, користи се програмирање помоћу рачунара. За израду програма користи се програмски пакет DEPOCAM 13.0. Задатак програмера је да у датом програму опише геометрију обрадка, дефинише алат, план стезања, параметере обраде и затим кретање алата по описаној геометрији.

Програмер добија 3D модел урађен у CATIA V5 програму, и технолошки цртеж обрадка са прописаном технологијом обраде. Програмер пребацује 3D модел у DEPOCAM и на основу података о припремку, 3D моделу и происаној технологији обраде прави програм за израду дела на CNC машини.

Када се почне са израдом програма за CNC машину, веома је битно на самом почетку правилно поставити кординатни систем. Као полазна тачка на моделу бира се толерована рупа, или ако су две нормалне стране толероване, осе X и Y постављају се тако да се налазе на тим странама. Уколико немамо ту могућност, као полаз бирамо центар габарита. Затим врло битно је утврдити границе обраде. Програм нам даје могућност да сами

цртамо границу обраде или да користимо границу обраде коју програм аутоматски дефинише када кликнемо на површину коју желимо да обрадимо. Затим се дефинишу параметри за грубу и фину обраду, води се рачуна о избору алата, о режимима обраде.



Слика 4.5. *Одређивање полаза за машинску обраду комада уз помоћ 3D тастера*

3D тастер најчешће се користи за одређивање нулте тачке радног комада, може да се користи као 3D мерна машина уз помоћ специјалних софтвера. На машину се поставља исто као и алат. Поставља се у носач алата, па у главно вретено машине.

5. Управљачка јединица

Управљачка јединица је најважнији али и најсложенији део CNC машине. Има задатак да прими улазне информације, изврши њихову обраду и омогући добијање одговарајућих излазних информација. Карактеристике управљачке јединице дефинишу флексибилност, поузданост и перформансе CNC машине. Састоји се од низа електронских компонената које раде на дигиталном принципу. По својој структури и функцијама врло је слична било ком другом рачунару.



Слика 5.1. Командна табла HУJ HAAS

Задатак рачунара је да чита програм, сачува, обради и изда информације. Сличне задатке има и управљачка јединица, па се може рећи да је и ово рачунар али специјалне намене. Контролна јединица (централни процесор), управљачке јединице је њен најважнији део, који управља радом свих осталих делова. Подаци (програм), уносе се у управљачку јединцу преко различитих уређаја за уношење програма, а исправност уноса контролише контролна јединица. Исправно унети подаци у дигиталном облику се меморишу у

меморијку јединицу која их чува за касније коришћење. Аритметичка јединица обрађује податке и враћа их контролној јединици да би их она проследила излазној јединици.

У излазну јединицу доспевају дигиталне информације где добијају значење наредби (сигнал), који даље могу бити захтеване у дигиталном или аналогном облику.

Основни задатак управљачке јединице је да управља радом органа машине (путањом - без обзира ко врши кретање и машинским функцијама - укључивањем). Да би могла да оствари задатак, неопходан јој је програм.

Без обзира на начин добијања програма, он се мора на неки начин унети у управљачку јединицу, како би га она обрадила и проследила машини. У зависности од расположиве опреме програм се може унети у управљачку јединицу на три начина:

- Ручно,
- Помоћу носиоца информација,
- Директно са рачунара.

Најпознатији произвођачи управљачких јединица у свету су немачки SIMENS и HEIDENHAIN, јапански FANUC и шпански FAGOR.

Разлика управљачких јединица је у њиховом систему кодирања. Сви горе наведени произвођачи управљачких јединица имају могућност програмирања у такозваном G коду (ISO програмирање). Док HEIDENHAIN има могућност програмирања у стандардном ISO формату и има свој систем програмирања (програмирање са такозваним Q параметрима).

5.1 “HAAS” контролна табла

Контролну таблу код „HAAS” CNC глодалица чине следећи елементи:

- Тастери за укључивање и искључивање машине
- Екран (дисплеј)
- Сигурносни прекидач

- Ручица за померање по осама
- Мерач оптерећења главног вретена
- Командни пулт
- Тастери за стартовање и заустављање програма



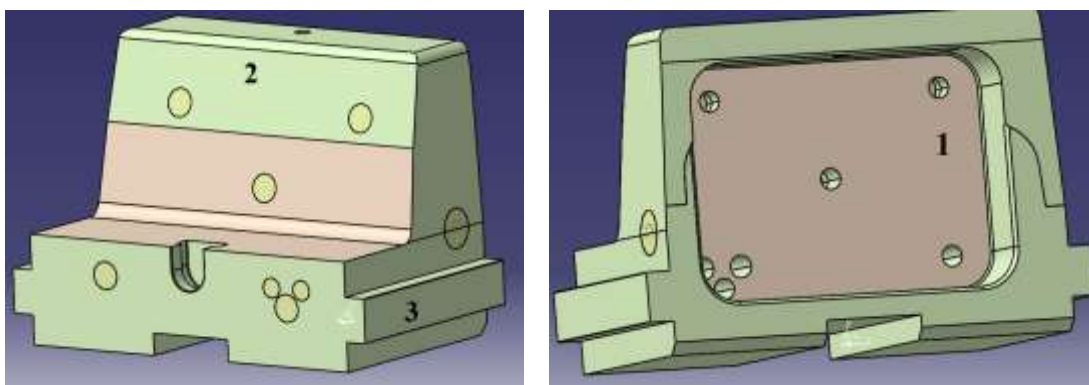
Слика 5.2. Контролна табла управљачке јединице



Слика 5.3. Командни пулт управљачке јединице

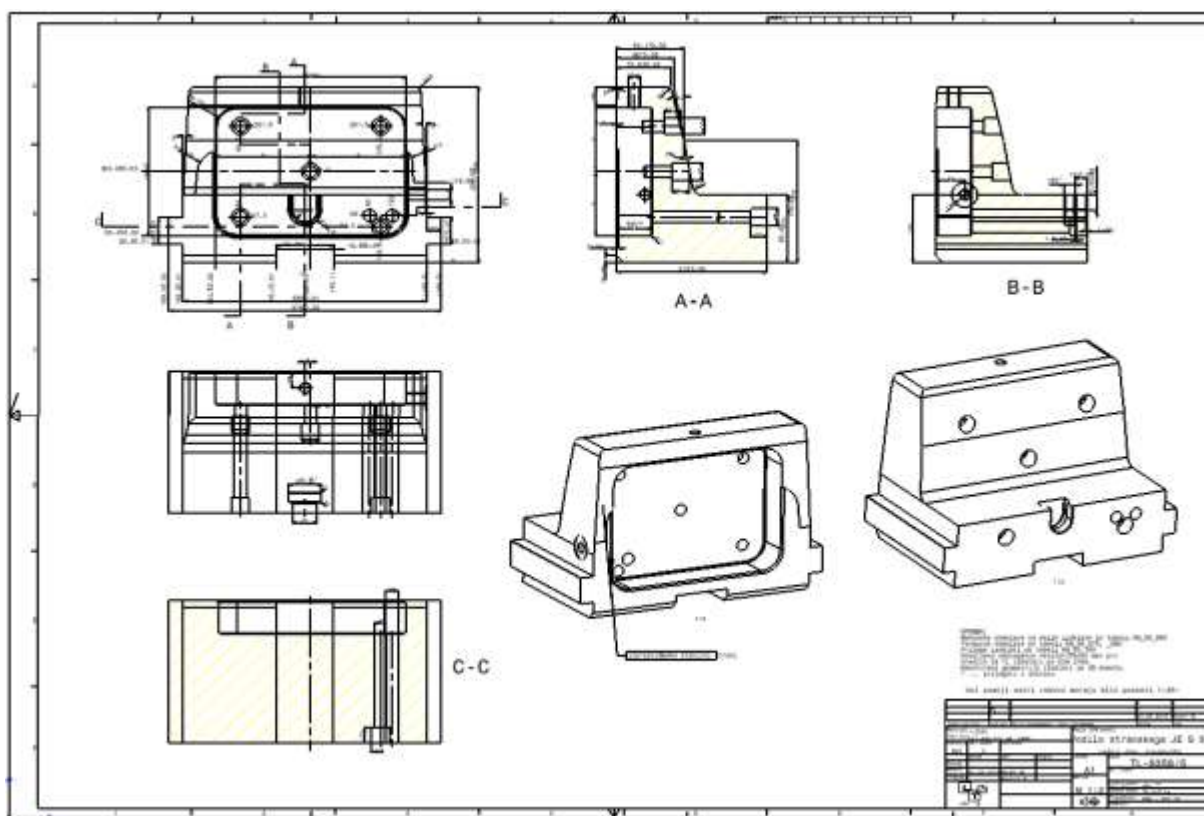
6. Пример израде „ШИБЕРА” за пресерски алат

Шибер се поставља на пресерски алат када је потребно на комаду изградити неки отвор пробијањем на вертикалној или косој површини. Има две функције, на укопу (1) усађује се нож за пробијање лима и уз помоћ вођица (3), креће се тако да доводи и одводи нож из радне зоне. Креће се уз помоћ другог шибера који се налази на горњем делу алата, долази у контакт са косом површином (2), клизи по њој и гура доњи део шибера према радном комаду.



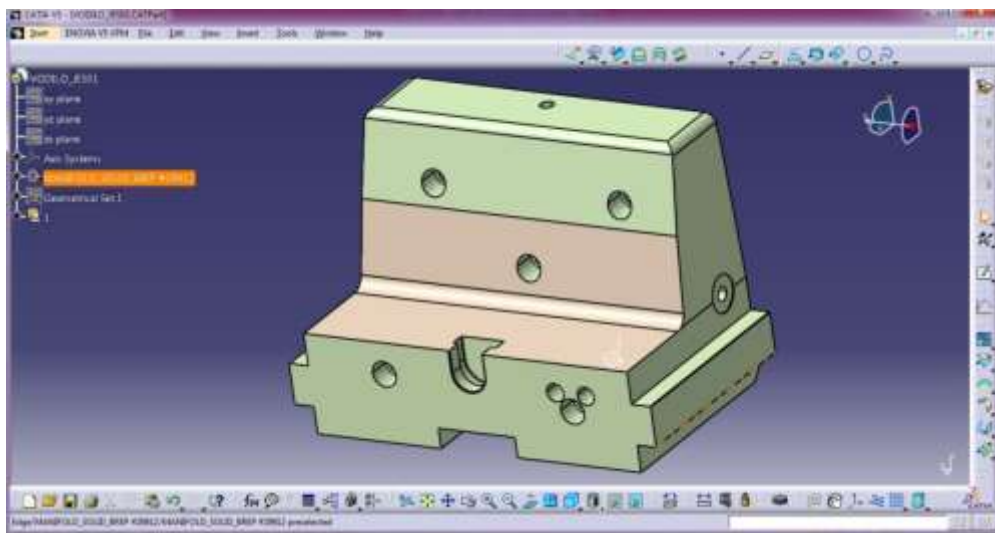
Слика 6.1. Шибер за пресерски алат

Шибер је направљен од материјала 1.2842 – алатни челик. Алатни челик је племенити угљенични челик, са садржајем угљеника од 0,6 % до 2,06 % или легирани челик (углавном са хромом, волфрамом, ванадијума, молибденом, кобалтом) и користи се за израду алата. Њихова погодност за ову употребу долази од њихове изразите тврдоће, отпорности на хабање, способност да сечиво одрже оштрим и њихове отпорности на деформацију при повишеним температурама.



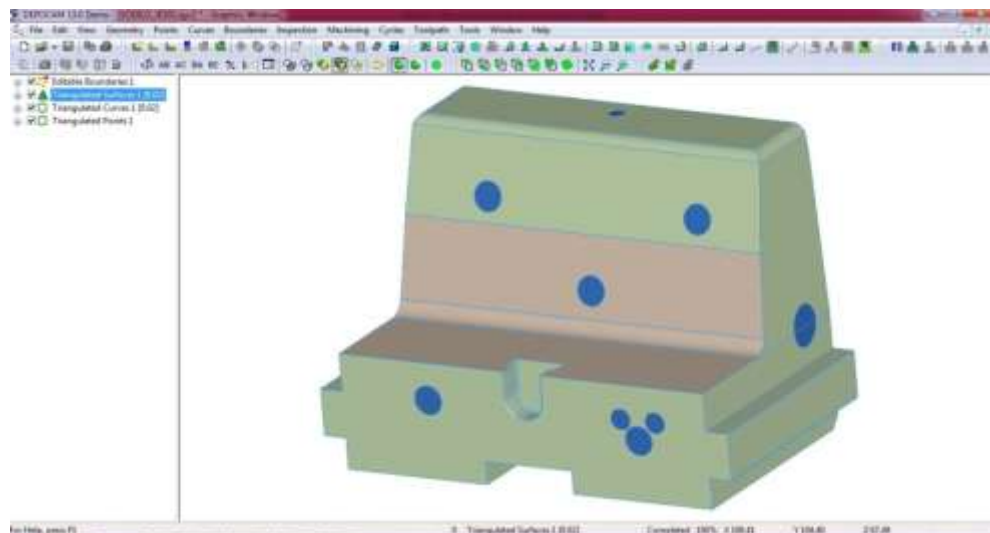
Слика 6.2 . Цртеж комада

У фирми Gorenje MDM d.o.o. израда 3D модела врши се у програму CATIA V5. Урађен модел се чува као **stp** или **igs** формат, који омогућавају даљи рад на истом моделу, у осталим програмским пакетима. Поступак машинирања се изводи у програмском пакету DEPOCAM 13.0. Овај програм се користи за прављење 3D програма за CNC машине, нешто мање се користи за 2D програме, и нема могућност моделирања. Машинска обрада комада врши се на 3-осној вертикалној CNC глодалици HAAS VF 6.



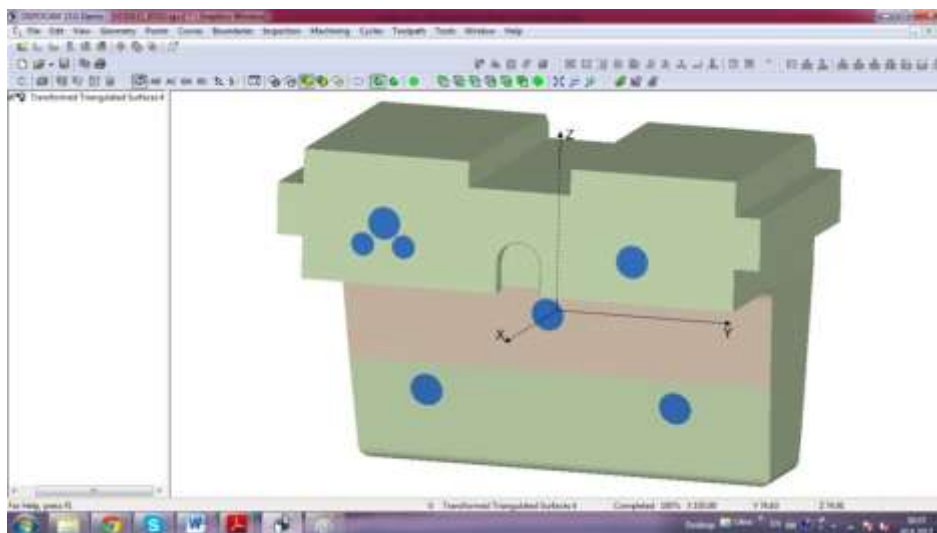
Слика 6.3. 3D модел у програму CATIA V5

Сачуван модел као **stp** или **igs** формат се отвара у DEPOCAM-у.



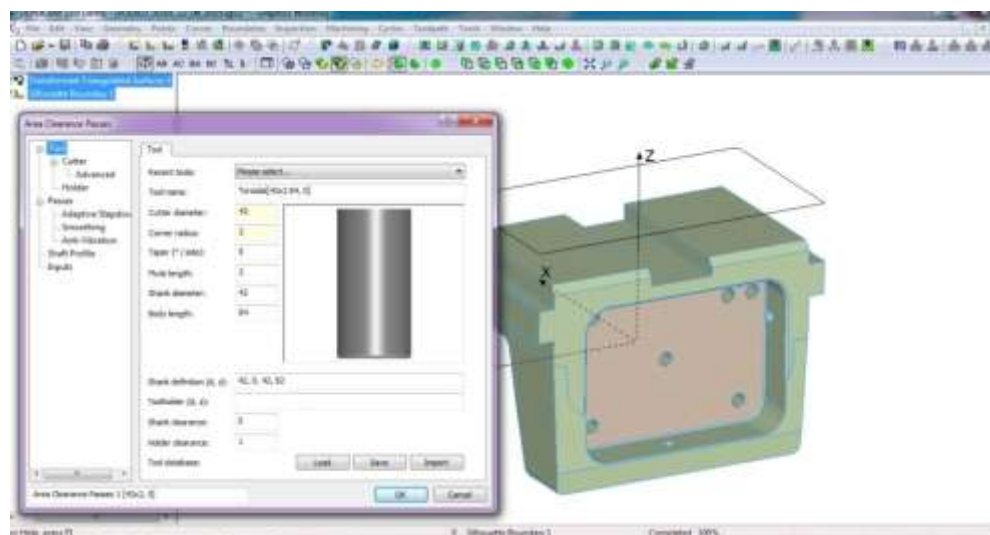
Слика 6.4. 3D модел у DEPOCAM-у

Води се рачуна о постављању полаза и могућности стезања комада. За полаз се узима обично рупа са утврђеном толеранцијом (нпр. H7) или ако су две нормалне површине толероване, онда се XY узима ставља на толероване површине. У овом случају координатни почетак налази се у центру габарита. Z оса је увек окренута у правцу главног вретена.

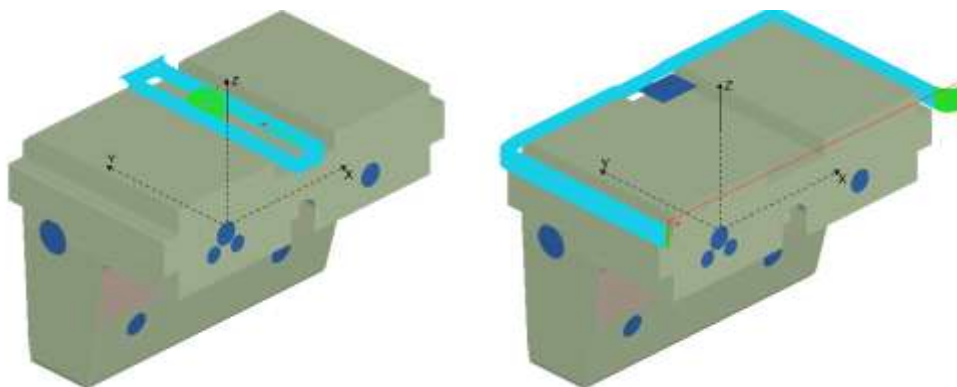


Слика 6.5. Постављање координатног почетка у DEPOCAM-у

Прво стезање. После задавања координатног почетка, утврђује се граница обраде. Затим се бира стратегија обраде у овом случају прво **Area Clearance Passes** (најчешће се користи при грубој обради, обрада се одвија брзо и са кратким радним путем алата, без непотребних покрета). Обрада се ради глодалом $\Phi 42$ R2, са додатком за даљу обраду од 0,5 мм . После се користи стратегија **Waterline Passes** која служи за уклањање остатака после грубе обраде са зидова радног комада. Ради се прво са глодалом које је коришћено у предходној обради, па са глодалом $\Phi 12$ R6, са додатком од 0,3 мм пре термичке обраде .



Слика 6.6. Избор стратегије и режима обраде



Слика 6.7. Обрада комада при првом стезању

Пре прве обраде ради се поравњање свих страна на комаду. Обрада се врши равним глодалом.

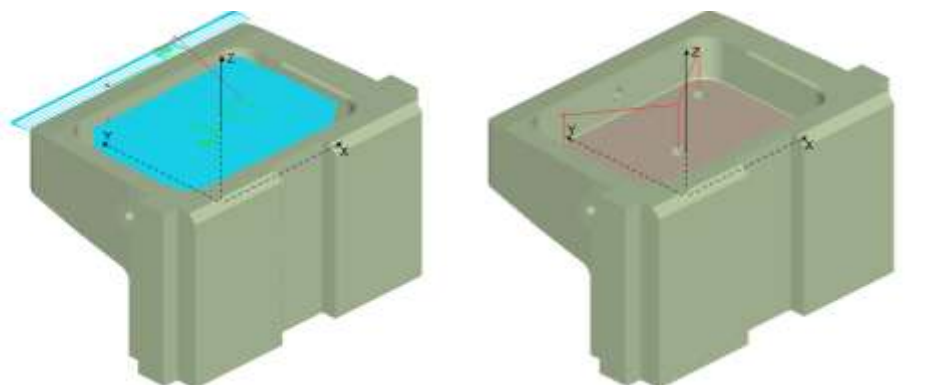


Слика 6.8. Равно глодање



Слика 6.9. Алат за равно глодање

Друго стезање. Заокреће се радни комад и задаје координатни почетак тако да је оса Z у правцу осе главног вретена. Обрада се ради стратегијом **Area Clearance Passes**, глодалом $\Phi 42\ R2$. Забушивање се ради забушивачем $\Phi 3,2$ а бушење рупа, бургијом $\Phi 17\ R0$.

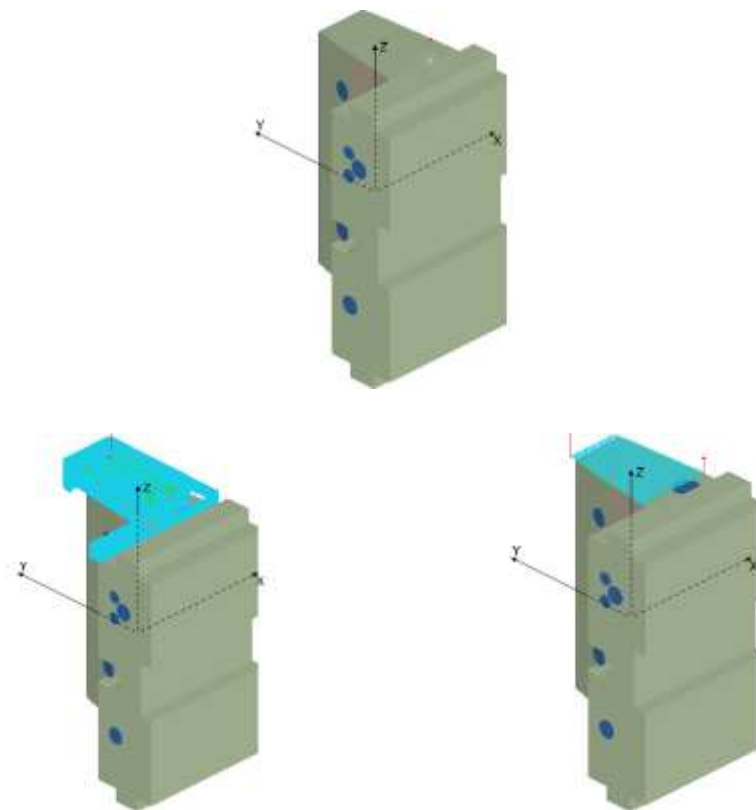


Слика 6.10. Друго стезање радног комада



Слика 6.11. Машински обрађен укуп на комаду, пре термичке обраде

Треће стезање. Заокреће се радни комад. Поставља се координатни почетак у центар габарита тако да оса Z буде нормална на површину обраде. Прво се ради бушење рупе, јер на косој површини није могуће бургијом започети бушење рупе. Па се затим чеона површина под углом добија стратегијом обраде **Area Clearance Passes** ($\Phi 42\ R2$) са додатком за термичку обраду 0,5 мм до мере. Како би се уклониле неравнине које је оставило равно глодало, користи се стратегија **Raster Passes** (лоптасто глодало $\Phi 25\ R5$).



Слика 6.12. Треће стезање радног комада

Одређивање полаза у трећем стезању и машинска обрада комада без средства за хлађење и подмазивање.



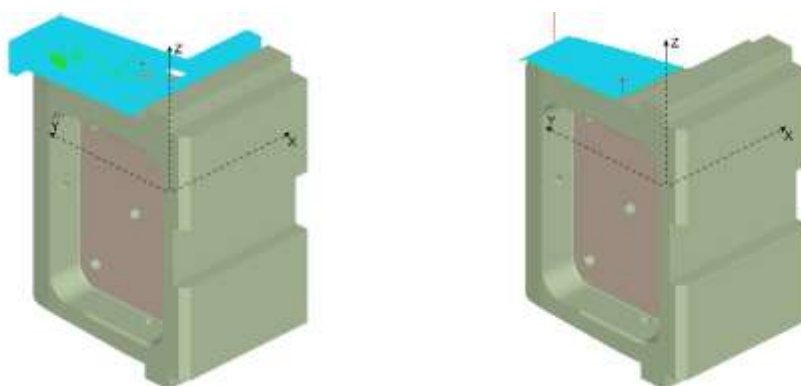
Слика 6.13. Треће стезање радног комада

Машинска обрада комада у трећем стезању.



Слика 6.14 . Машинска обрада комада у трећем стезању

Четврто стезање. Иста је обрада као и у претходном захвату.

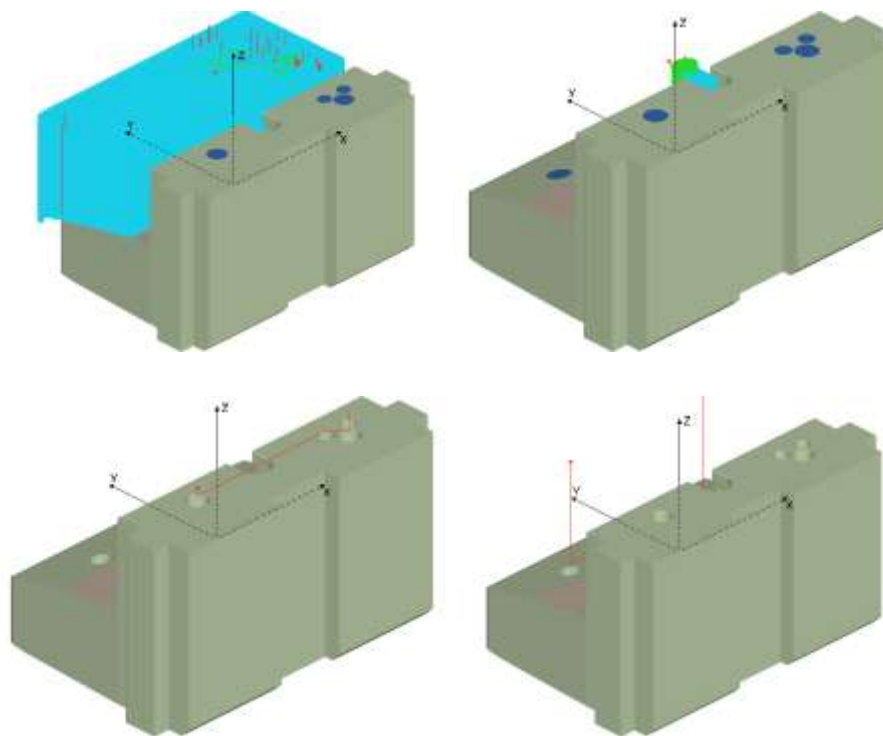


Слика 6.15. Четврто стезање радног комада



Слика 6.16. Машинска обрада комада у четвртом стезању, без емулзије за хлађење

Пето стезање. Поставља се комад за обраду. Поставља се полаз тако да је Z оса нормална на површину обраде. Затим се бира стратегија обраде, у овом случају прво **Area Clearance Passes** ($\Phi 42$ P2), затим **Waterline Passes** за уклањање остатака са зидова ($\Phi 25$ R1). На крају се ради бушење рупа.



Слика 6.17. Пето стезање радног комада

Машинска обрада комада, са средством за хлађење и подмазивање. У овој обради уклања се велика количина материјала, и неопходно је хладити алат и материјал при обради.



Слика 6.18. Машинска обрада комада у петом стезању, хлађење емулзијом



Слика 6.19. Изглед машински обрађеног комада са додацима за термичку обраду



Слика 6.20. Додатак за ослањање комада после термичке обраде

На радном комаду је дошло до грешке приликом израде, погрешно је избушене рупа која је означена стрелицом на следећој слици. Уколико дође до такве грешке, да део не би био шкарт, врши се наваривање, поновна обрада радног комада у виду равњања те зоне.



Слика 6.21. Грешка на радном комаду

7. Закључак

Мастер рад односи се на технологије израде појединачних делова и позиција за пресерске алате у фабрици Gorenje MDM d.o.o. Приказана је анализа геометрије и облика алата за обликовање лима и 3D модел корачног и трансфер алата који се производи у фабрици.

Приказане су машине које се налазе у фабрици и које се користе у производњи појединачних делова и позиција за пресерске алате. Посебна пажња посвећена је CNC машинама, и дате су опште карактеристике ових машина. Нешто више су описане 3-осне и 5-осне CNC глодалице као и предности и недостаци ових машина. Кроз пример је приказана израда дела на 5-осној CNC глодалици HERMLE C400 која се налази у фирми Gorenje Orodjarna.

Описано је програмирање CNC машина. Дат је пример израде CNC програма за „Шибер” у програмском пакету DEPOCAM 13.0, који се користи за израду програма у фирми Gorenje MDM d.o.o. у Крагујевцу. Програмирање у овом програму врло је једноставно и могуће су врло брзе измене програма. Главни недостатаци овог програма су висока набавна цена и немогућност израде 3D модела. Приказана је и машинска обрада овог комада на CNC глодалици HAAS VF 6.

О високом квалитету производа говори чињеница да ова фабрика производи алате за светски најпознатије компаније из области аутомобилске индустрије, као што су Mercedes Benz, Audi, BMW, Magna, Opel, итд.

8. Литература

- [1] Богдан Недић: Наставни материјал, Машински факултет Крагијевац, Крагујевац, 2007.
- [2][https://www.google.rs/search?q=vertical+cnc+milling+machines&espv=2&biw=1366&bih=643&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQAUoAWoVChMIrvKH28X5xgIVw4bCh1u1wcH#imgrc=,](https://www.google.rs/search?q=vertical+cnc+milling+machines&espv=2&biw=1366&bih=643&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQAUoAWoVChMIrvKH28X5xgIVw4bCh1u1wcH#imgrc=,pristupljeno03.08.2015.) pristupljeno 03.08.2015.
- [3][https://www.google.rs/search?q=horizontal+cnc+milling+machine&espv=2&biw=1366&bih=599&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CB4QsARqFQoTCPrM-rHG-cYCFeoX2wodSQsKCA#imgrc=,](https://www.google.rs/search?q=horizontal+cnc+milling+machine&espv=2&biw=1366&bih=599&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CB4QsARqFQoTCPrM-rHG-cYCFeoX2wodSQsKCA#imgrc=,pristupljeno03.08.2015.) pristupljeno 03.08.2015.
- [4] Иво Сладе: „CNC глодање EMCO MILL“ Школска књига Загреб, Загреб 2004.
- [5] Милентије Стефановић: Машине и алати у обради метала деформисањем, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац 2000.