

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно Машинство

Предмет: CAD/CAM/CAE 1

Број индекса: 103/2014

Страхиња М. Дашић

Симулација процеса обраде глодањем применом виртуелних машина завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Горан Девеџић
2. Др Богдан Недић
3. Др Миладин Стефановић

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру Завршног рада потребно је креирати симулациони модел процеса обраде глодањем применом виртуелне ЦНЦ машине алатке. У том смислу, неопходно је формирати кинематски 3Д модел за изабрану ЦНЦ машину алатку, са свим релевантним кретањима радних делова. За остале елементе обрадног система, радни комад (један или више радних комада) и помоћни прибор (један или више помоћних прибора) креирати 3Д моделе; за модел резног алата користити онај који нуди ЦАМ систем за дату операцију. Дефинисати 3Д модел технолошког поступка, за сваки радни комад ако их има више, и генерисати коресподентни НЦ програм. Упаривањем НЦ програма и кинематског 3Д модела машине алатке извршити симулацију процеса обраде глодањем.

Препоручена литература:

- [1] Девеџић Г.: “CAD/CAM технологије“, Машински факултет у Крагујевцу, CIRPIS центар, Крагујевац, 2009.
- [2] Zeid I.: “Mastering CAD/CAM”, McGraw Hill, New York, NY, USA, 2005.
- [3] Smid P.: “CNC Programming Handbook”, Industrial Press, Inc., 2002.

Крагујевац, датум

Ментор:

Др Горан Девеџић, ред. проф.

Садржај

1.0 Увод.....	1
2.0 Виртуелна машина.....	1
3.0 Симулација машине.....	2
4.0 Поступак обраде метала резањем.....	16
5.0 Позиционирање припремка и покретање симулације..	31
6.0 Дискусија процеса симулације.....	37
7.0 Закључак.....	39
Литература.....	40

Резиме

У овом раду је приказано конфигурисање симулација виртуелне машине HAAS TM1 MILL са кинематиком која омогућава верификацију система за управљање и програмирање. Виртуелна машина алтка најчешће се користи за потребе симулација процеса обраде и представља дигитални опис машине, углавном, са упрошћеном геометријом. Кроз овај рад, описана је методологија конфигурисања управљања за машину HAAS TM1 MILL применом CATIA V5R21 софтвера. Симулацијом обраде на виртуелној машини и обрадом на стварној машини приказана је верификација система за управљање и програмирање. Стога, пружа се могућност комплетног сагледавања производног окружења – од система за измену алата па до позиције припремка на радном столу и израде готовог дела.

Кључне речи: CAD/CAM/CAE, виртуелна машина, симулација обраде, HAAS TM1 MILL

Summary

This work presents the configuration of the HAAS TM1 MILL virtual machine with kinematics that enables the verification of the management and programming system. Virtual machine is the most used machine for process planning and represents a digital description of the machine with simplified geometry. Trough this work, control configuring methodology for HAAS TM1 MILL machine is described by using the CATIA V5R21 software. With machining simulation on the virtual machine and on the actual machine verification of the management and programming system is shown. Hence, there is a possibility for complete overview of the production environment – from tool change system to workpiece position on the worktable and machining of the final part.

Keywords: CAD / CAM / CAE, virtual machine, processing simulation, HAAS TM1 MILL.

1.0 Увод

У данашње време, велики значај се придаје новим технологијама, материјалима, механизацији и сл. који обезбеђују ефикасније искоришћење материјала, повољнију производњу, довољно су брзи за производњу поузданих и квалитетних производа а све са циљем превазилажења изазова које намеће савремено компетативно тржиште. Као кључни фактори развоја иновативних производа и фактори неопходни за њихову реализацију, наводи се примена напредних производних метода и процеса [1,2].

Технологије које сваким даном напредују су CAD/CAM/CAE (енгл. *Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing/ Computer Aided Engineering*) технологије и имају кључну улогу у испуњавању услова савременог тржишта. Ове технологије су саставни део (већине) стандардних PLM (енгл. *Product Lifecycle Management*) система и представљају кључне технологије које су подржане рачунаром [2].

Коришћењем CAD технологија обезбеђено је једноставније и брже пројектовање и конструисање производа почевши од саме идеје па све до израде прототипа. CAE технологије, као логичан наставак CAD технологија, пружају могућност брже анализе широког спектра конструкција кроз разне врсте симулација, структурних, статичких, динамичких, топлотних анализа, итд. САМ системи обезбеђују оптимизацију производње кроз коришћење великог броја података, нпр. оптимална искоришћеност радног простора, стратегије обраде, производног процеса, времена, и сл. На тај начин, омогућена је брза и ефикасна израда делова сложене геометрије [2].

Синергија горе наведених технологија пружа могућност колаборативног развоја и израде производа. Другим речима, ови системи пружају могућност развоја, организације и производње у виртуалном окружењу чиме се смањују трошкови везани за израду прототипова као и њених корекција. Нарочито велику примену имају код пројектовања технологије израде делова сложене геометрије који често захтевају вишеосну обраду [2, 3].

Коришћењем САМ система омогућена је међусобна повезаност конструктора, технолога и виртуелног интерактивног окружења са циљем разумевања, анализе и евалуације производног процеса независно од комплексности производа. Одабир оптималног производног процеса може да буде заснован на искуству инжењера и/или на резултатима примњене оптимизационе технике [3].

Симулација производног процеса кроз стандардне САМ системе подразумева симулацију путање алата у процесу резања, анализу режима обраде, и сл. Међутим, сагледавање ширег спектра производње, омогућено је кроз имплементацију виртуелне машине унутар САМ система. На тај начин, могуће је сагледати комплетно производно окружење – од система за измену алата па до позиције припремка на радном столу [2, 3].

2.0 Виртуелна машина

Виртуелна машина најчешће се користи за потребе симулација процеса обраде и представља дигитални опис машине, углавном, са упрошћеном геометријом. Сам појам виртуелне машине алатке је веома широк и обухвата комплетне моделе процеса обраде, носеће

структуре, погона, преносника, кинематског подсистема, анализу квалитета готовог дела, итд [4].

Основна предност коришћења виртуелне машине алатке огледа се у способности предвиђања колизије и грешака. Другим речима, врши се превенција појаве могућих грешака у реалним условима који могу изазвати додатне трошкове. Као пример може се навести кретање алата према задатој путањи који може да дође у контакт са стезним елементом припремка. У том случају, могуће је да дође до оштећења алата, припремка, стезних елемената, оштећења вретена на машини, и сл [5].

Коришћење виртуелне машине, такође, пружа могућност обуке оператера тако што је омогућено схватање процеса обраде у најдубљем могућем смислу. Оператер ће на тај начин проћи кроз све техничко – технолошке аспекте рада машине. Такође, отвара се и могућност обуке и едукације за програмирање троосних и вишеосних обрада што је од великог значаја за образовне установе. На овај начин и без постојања физичких услова ресурса нових машина могуће је остварити обуку за њихово програмирање, применом одговарајућих виртуелних машина. У циљу извођења вежби на високошколским установама, могуће је креирати виртуелне лабораторије на овај начин. Тада би могло да се интегрише рад робота при опслуживању нумеричких машина и извршити интеграцију знања бројних области у првом реду електроинжењерством, машинским инжењерством и производњом, физиком, програмирањем, и сл [5].

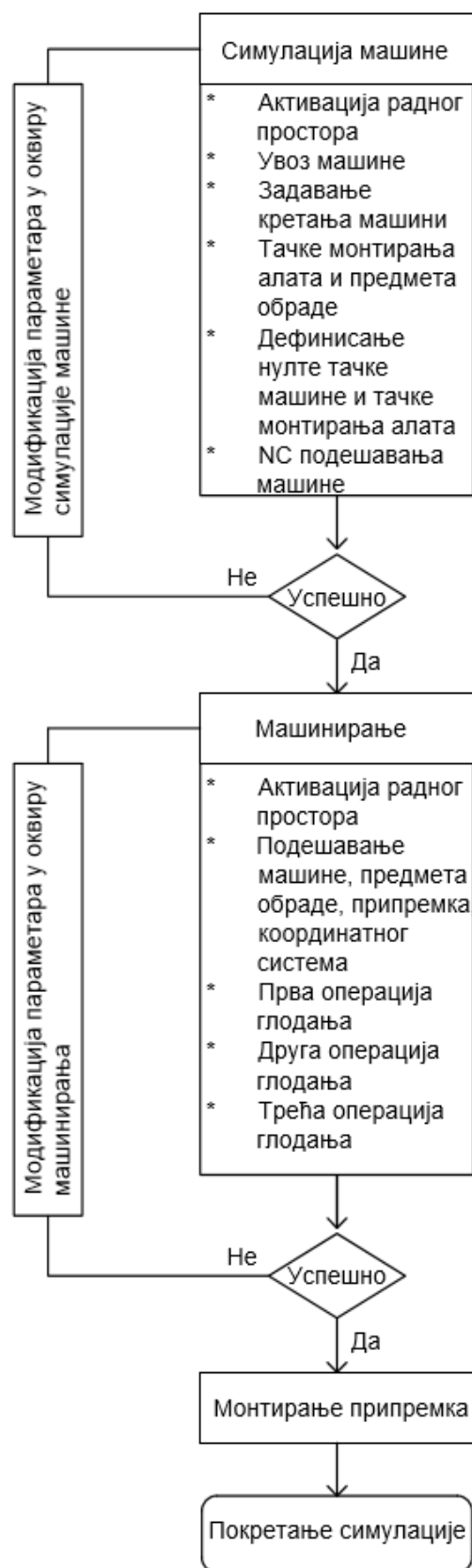
Како је у данашње време акценат стављен на колаборативан дистрибуирани рад, симулација рада машине омогућава и верификацију off-line програмирања са удаљеног програмерског места без ангажовања саме машине или могућност праћења обраде у реалном времену са удаљеног места. Интеграцијом виртуелног и реалног процеса обраде са имплементираним интелигентним системом управљања и системима за мерење излазних величина (нпр. брзине, корак, сила) значајно би допринело правовременој детекцији могућих колизија, стања отказа појединих елемената машине и заустављање рада машине [5,6].

У овом раду је приказана симулација рада виртуелне троосне глодалице HAAS TM 1 у оквиру PLM система CATIA V5R21, као и рад у реалним условима [7].

3.0 Симулација машине

Након завршеног моделирања, прелази се у модул за креирање симулације машине у оквиру кога је неопходно дефинисати (Сл. 1.1):

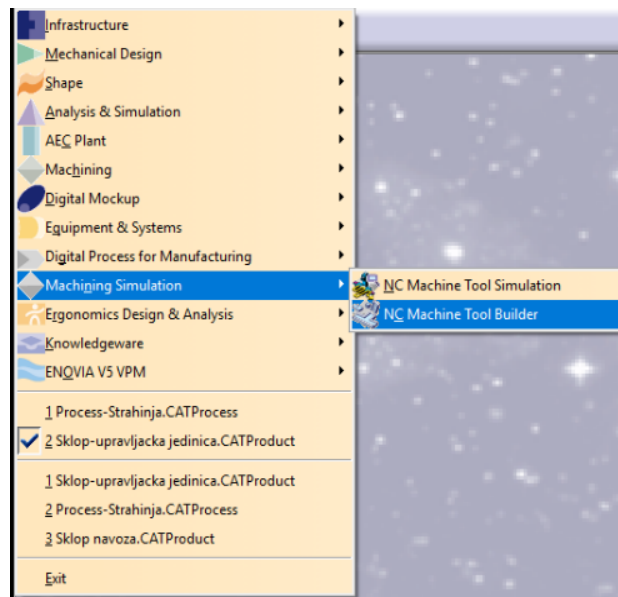
- модел припремка од кога ће настати готов комад (формирање припремка могуће извршити директно у модулу за 2½Д обраду глодањем или склапањем припремка и готовог дела у јединствену целину у оквиру модула за склопове – што је и био случај овде);
- нулту тачку обрадка;
- алат којим ће се вршити обрада, при чему алат мора бити дефинисан за сваки захват;
- план базирања односно како, чиме и где ће се на машини поставити припремак и остварити стезање;
- за сваки захват технолошке податке (нпр. брзину помоћног кретања, дубину резања, број обртаја главног вретена, корак).



Слика 1.1.: Дијаграм тока израде симулације

Корак 1.: Активација радног простора

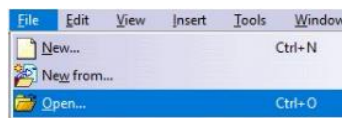
1. Активирати **Start**→**Machining simulation** → **NC Machine Tool Builder** (Сл.1).



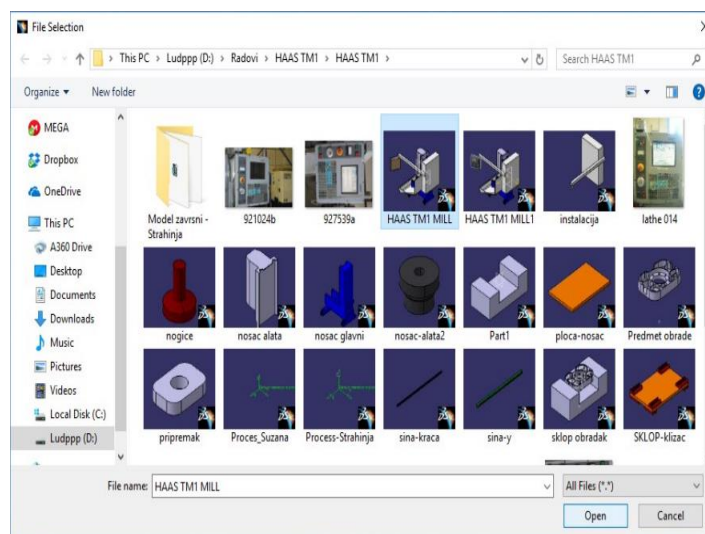
Слика 1.2: Активирање модула *Machining simulation*

Корак 2: Увоз машине HAAS TM1 MILL

1. Активирати падајући мени **File** → **Open** (Сл. 2);
2. Из радног директоријума изабрати модел склопа машине **HAAS TM1 MILL** → **Open** (Сл.3).



Слика 2.: Учитавање модела машине алатке



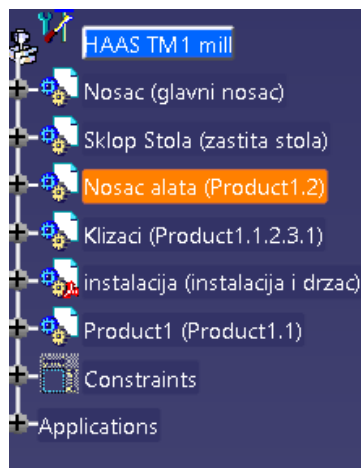
Слика 3.: Избор модела машине алатке

Корак 3: Задавање кретања машини HAAS TM1 MILL

1. Активирати команду **New Machine** , а затим у стаблу модела селектовати **HAAS TM1 MILL** (Сл.5);



Слика 4.: Палета алата Machine Builder



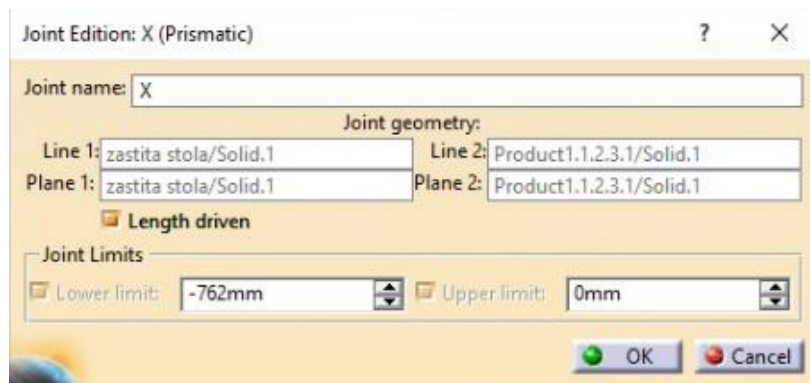
Слика 5.: Стабло креиране машине

НАПОМЕНА: Кретања по одговарајућим осама (X,Y,Z) задаје се у оквиру палете алата **Machine Builder**.

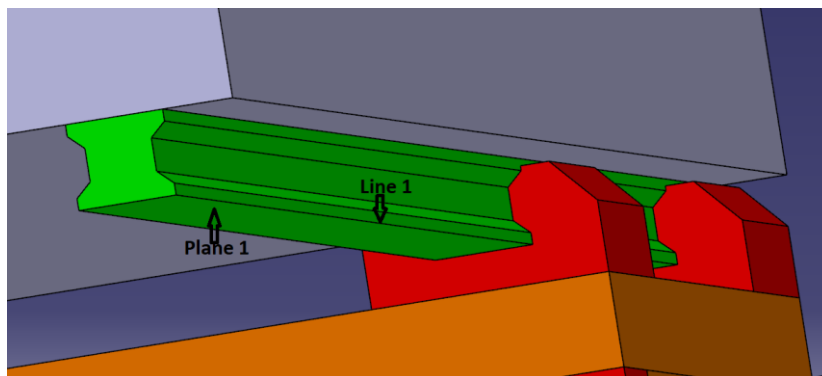
Кретање по X оси

2. Активирати команду **Prismatic Joint**  након чега се отвара прозор **Joint Edition** (Сл. 6);
3. У оквиру поља **Joint Name** унети назив осе кретања X;
4. У оквиру поља **Line 1** селектовати линију вођења мушког дела линеарног вођења, а у оквиру поља **Plane 1** селектовати површину вођења мушког дела линеарног вођења (Сл.7);
5. У оквиру поља **Line 2** селектовати линију вођења женског дела линеарног вођења, а у оквиру поља **Plane 2** селектовати површину вођења женског дела линеарног вођења (Сл.8);
6. Активирати опцију **Length driven**;
7. У оквиру поља **Joint Limits** унети минималну вредност кретања по X оси (-762mm) и максималну вредност (0mm).

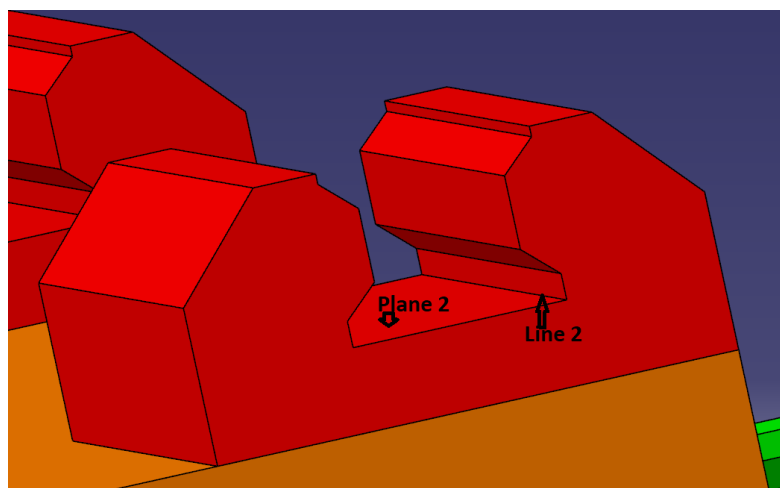
НАПОМЕНА: Селектовањем опције **Length driven** могуће је задати ограничења кретања по дефинисаним осама за изабрану машину алатку. У зависности од начина моделирања, вредности могу бити и позитивне и негативне.



Слика 6.: Подешавање кретања по Х осци



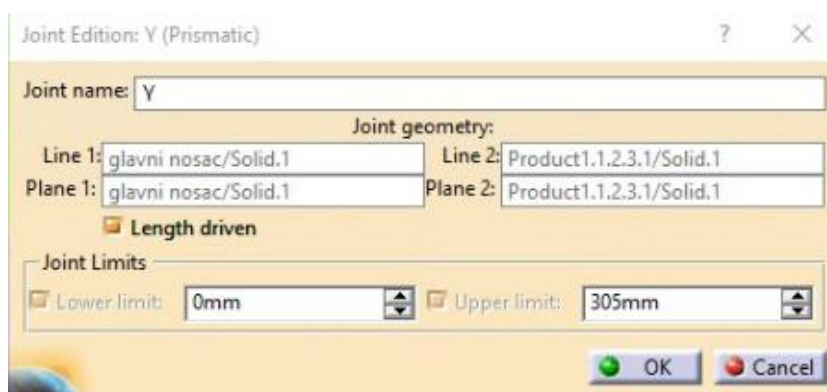
Слика 7.: Површина и линија вођења мушког дела вођења



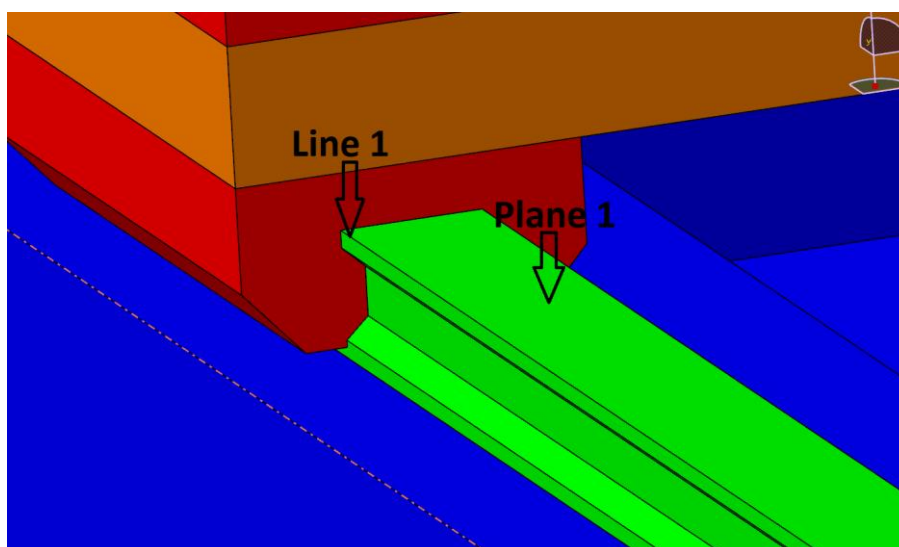
Слика 8.: Површина и линија вођења женског дела вођења

Кретање по Y осу

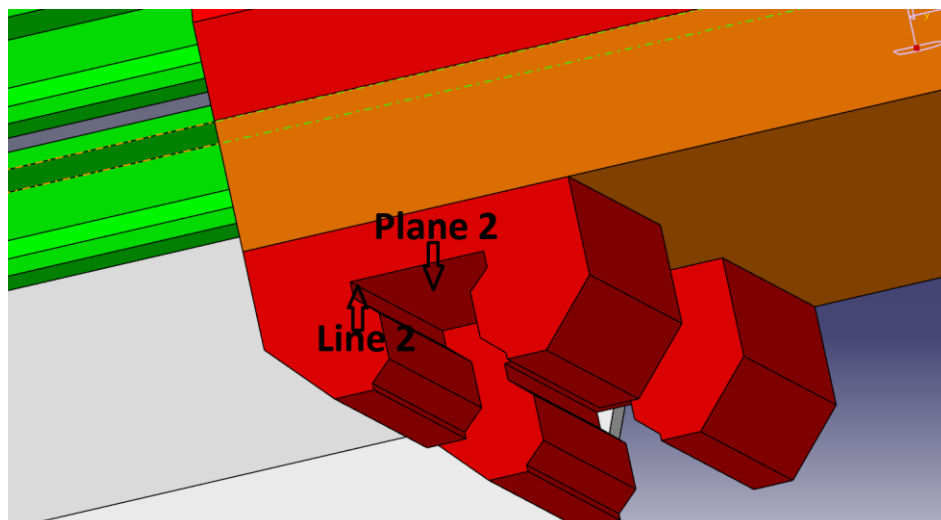
1. Активирати команду **Prismatic Joint** након чега се отвара прозор **Joint Edition** (Сл. 9);
2. У оквиру поља **Joint Name** унети назив осе кретања Y;
3. У оквиру поља **Line 1** селектовати линију вођења мушког дела линеарног вођења, а у оквиру поља **Plane 1** селектовати површину вођења мушког дела линеарног вођења (Сл.10);
4. У оквиру поља **Line 2** селектовати линију вођења женског дела линеарног вођења, а у оквиру поља **Plane 2** селектовати површину вођења женског дела линеарног вођења (Сл.11);
5. Активирати опцију **Length driven**;
6. У оквиру поља **Joint Limits** унети минималну вредност кретања по Y осу (0mm) и максималну вредност (305mm).



Слика 9.: Подешавања кретања по Y осу



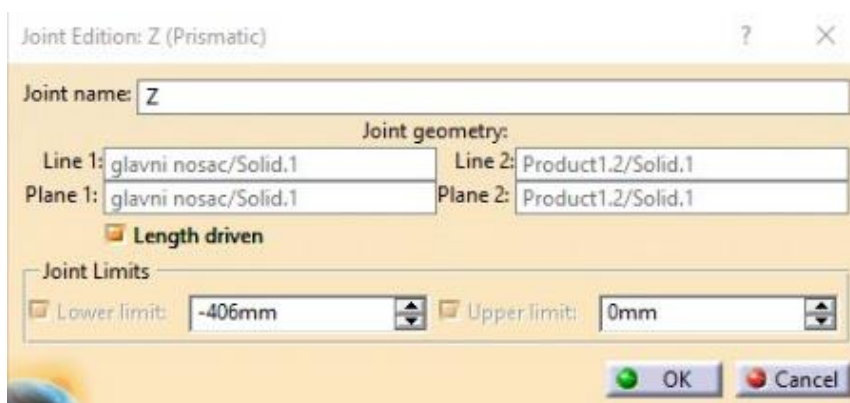
Слика 10.: Површина и линија вођења мушког дела вођења



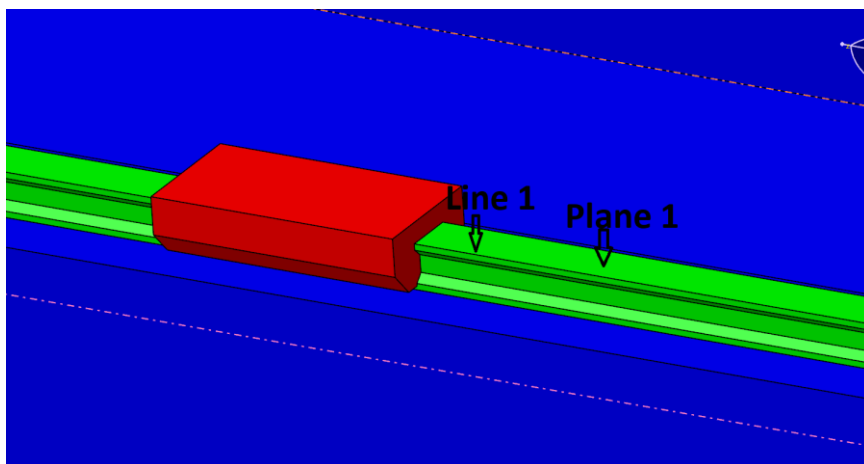
Слика 11.: Површина и линија вођења женског дела вођења

Кретање по Z оси

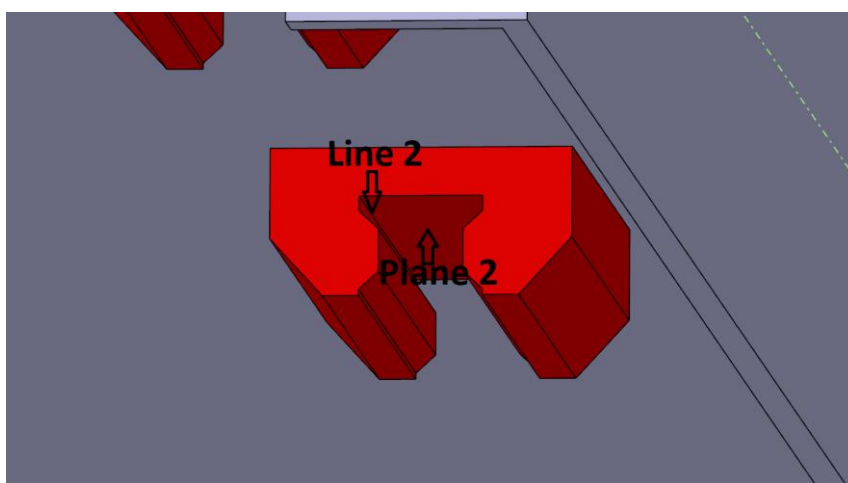
1. Активирати команду **Prismatic Joint**  након чега се отвара прозор **Joint Edition** (Сл. 12);
2. У оквиру поља **Joint Name** унети назив осе кретања Z;
3. У оквиру поља **Line 1** селектовати линију вођења мушког дела линеарног вођења, а у оквиру поља **Plane 1** селектовати површину вођења мушког дела линеарног вођења (Сл.13);
4. У оквиру поља **Line 2** селектовати линију вођења женског дела линеарног вођења, а у оквиру поља **Plane 2** селектовати површину вођења женског дела линеарног вођења (Сл.14);
5. Активирати опцију **Length driven**;
6. У оквиру поља **Joint Limits** унети минималну вредност кретања по X оси (-406mm), односно максималну вредност (0mm).



Слика 12.: Подешавања кретања по Z оси



Слика 13.: Површина и линија вођења мушког дела вођења

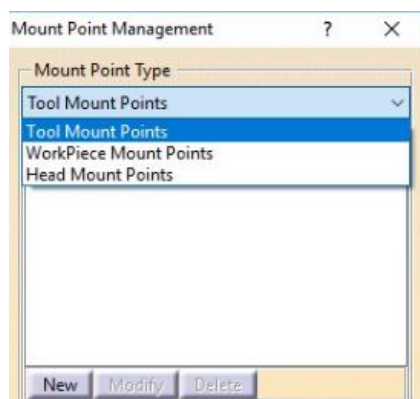


Слика 14.: Површина и линија вођења женског дела вођења

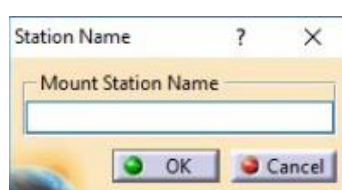
Корак 4: Тачке позиционирања алата и предмета обраде

Тачке позиционирања алата

1. Активирати команду **Create Mount Point**  након чега се отвара прозор **Mount Point Management** (Сл. 15);
2. Из падајућег менија **Mount Point Type** изабрати опцију **Tool Mount Point→New** (Сл. 15).
3. У оквиру поља **Mount Station Name** прозора **Station Name** (Сл.16), унети назив тачке позиционирања алата;

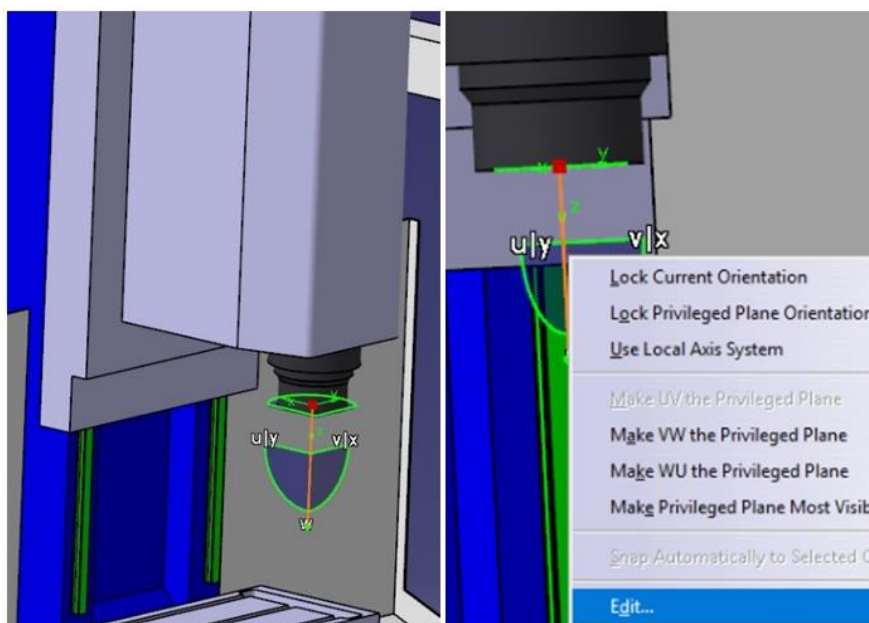


Слика 15.: Избор тачке позиционирања



Слика 16.: Назив тачке позиционирања

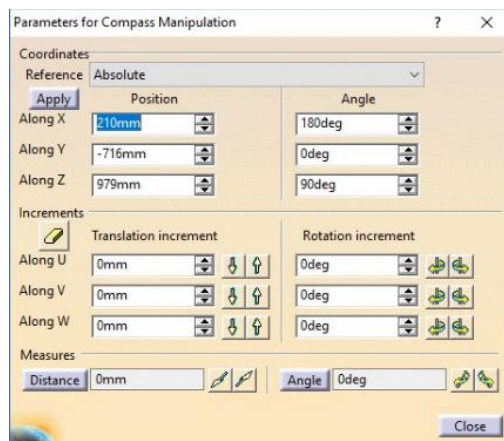
4. Ручно поставити компас у виду сидра на место позиционирања алата (Сл. 17а);
5. Усмерити X,Y и Z осе тако да одговарају правцима кретања машине десни клик на X,Y или Z осу→Edit (Сл. 17б);
6. У оквиру поља **Along X (Angle)** прозора **Parameters For Compass Manipulation** унети вредност угла од 180°→**Apply** (Сл.18);
7. Селектовати **Nosac alata** у спецификационом стаблу, а затим активирати опцију **OK** у оквиру прозора **Set Location** (Сл. 19).



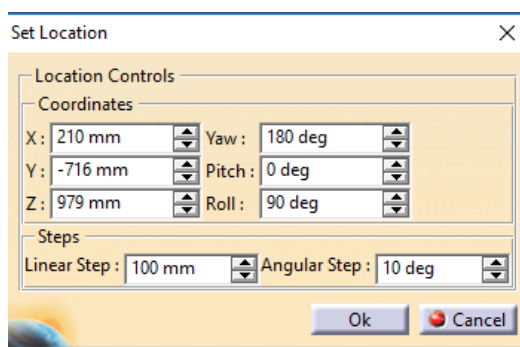
а)

б)

Слика 17.: Место постављања тачке позиционирања алата



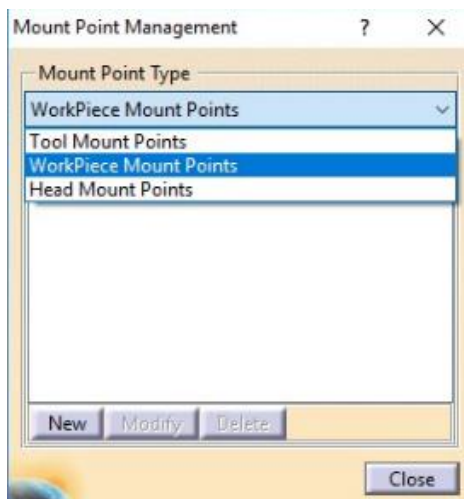
Слика 18.: Подешавање оса



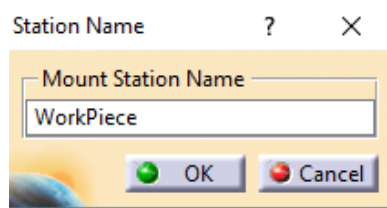
Слика 19.: Подешавање положаја

Тачке позиционирања предмета обраде

1. Из падајућег менија **Mount Point Type** изабрати опцију **WorkPiece Mount Point**→**New** (Сл. 20).
2. У оквиру поља **Mount Station Name** прозора **Station Name** (Сл. 21) унети назив тачке позиционирања предмета обраде;

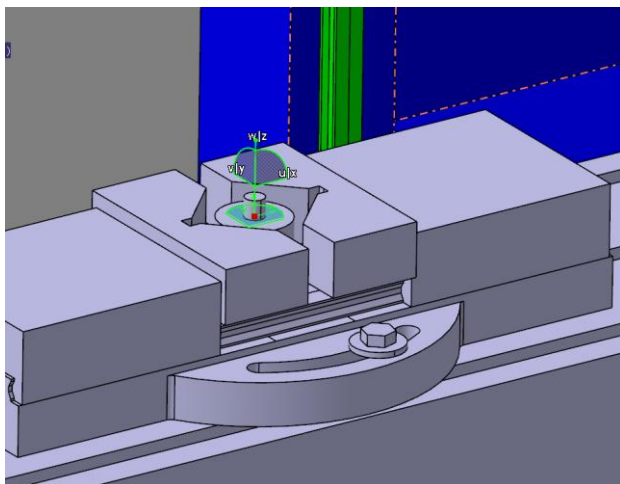


Слика 20.: Избор тачке позиционирања

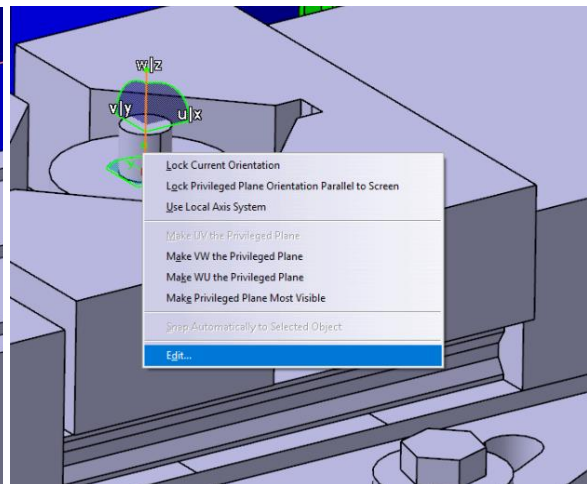


Слика 21.: Назив тачке позиционирања

3. Ручно поставити компас у виду сидра на место позиционирања предмета обраде (Сл. 22а);
4. Усмерити X,Y и Z осе тако да одговарају правцима кретања машине десни клик на X,Y или Z осу → **edit** (Сл. 22б);
5. У оквиру поља **Along X (Angle)** прозора **Parameters For Compass Manipulation** унети вредност угла од $0^\circ \rightarrow$ **Apply** (Сл. 23);
6. Селектовати **Sklop Stola** у спецификационом стаблу, а затим активирати опцију **OK** у оквиру прозора **Set Location** (Сл. 24).

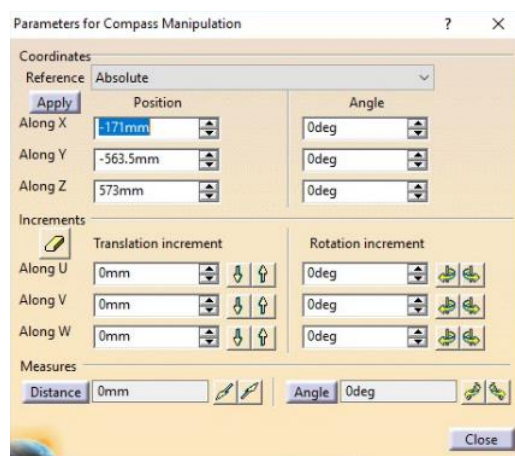


а)

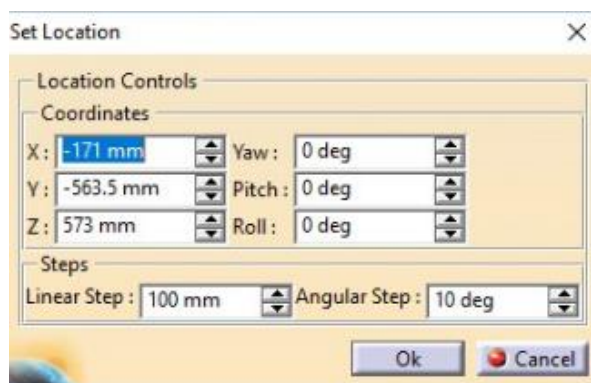


б)

Слика 22.: Место постављања сидра



Слика 23.: Подешавање оса

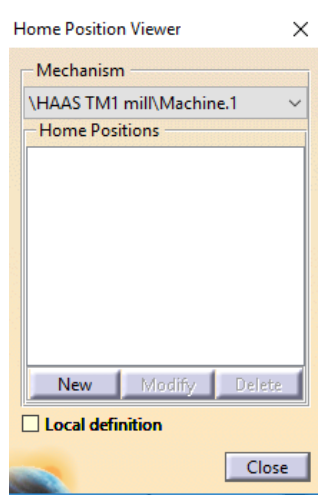


Слика 24.: Подешавање положаја

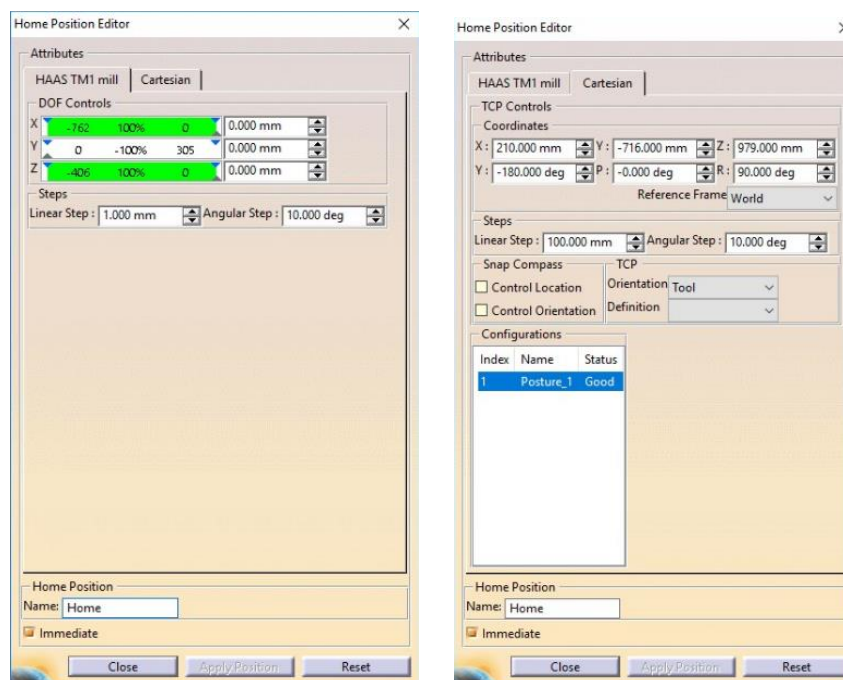
Корак 5: Дефинисање нулте тачке машине и тачке замене алата

Дефинисање нулте тачке машине

1. Активирати команду **Fixed Part** , а затим селектовати машину;
2. Активирати команду **Home Positions** ;
3. У оквиру прозора **Home Position Viewer** активирати **New** (Сл. 25);
4. Дати назив **Home** нултој позицији машине у пољу **Name** прозора **Home Position Editor** (Сл. 26а);
5. У пољима **X**, **Y**, **Z** која се налазе на картици **Cartesian** прозора **Home Position Editor** унети вредности: **X: 210mm**, **Y: (-716mm)**, **Z: 979mm** (ове вредности зависе од модела машине и неће бити исте) → **Close** (Сл. 26б).



Слика 25.: Креирање нулте позиције



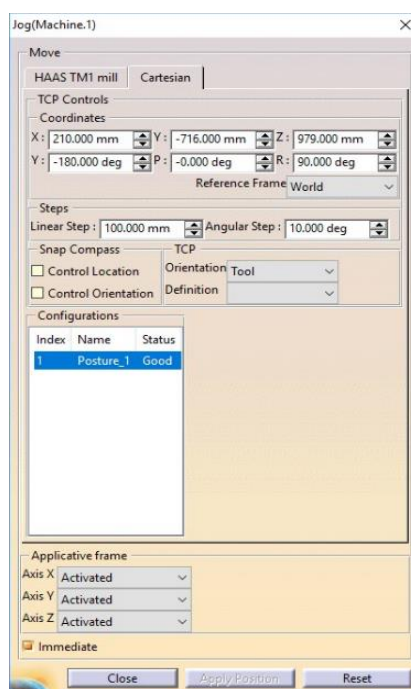
а)

б)

Слика 26.: Подешавање назива а) и дефинисање нултог положаја

Дефинисање тачке затепе алата

1. Активирати команду **Tool Change Position** ;
2. У пољима **X**, **Y**, **Z** која се налазе у оквиру картице **Cartesian** прозора **Jog (Machine)** унети вредности: **X: 210mm**, **Y: -716mm**, **Z: 979mm** (ове вредности зависе од модела машине и неће бити исте) → **Close** (Сл. 27).



Слика 27.: Положај тачке затепе алата

Корак 6: NC подешавања машине

1. Активирати падајући мени **Tools**→**Options**→**Machinig** затим селектовати→**IMS** (Сл. 28);
2. Десни клик на стабло модела → **NC Resources** → **Edit NC Resources** (Сл. 29а);
3. У оквиру картице **Numerical Control** прозора **HAAS TM1 MILL** подесити следеће опције:

Post Processor: fanuc0.lib;

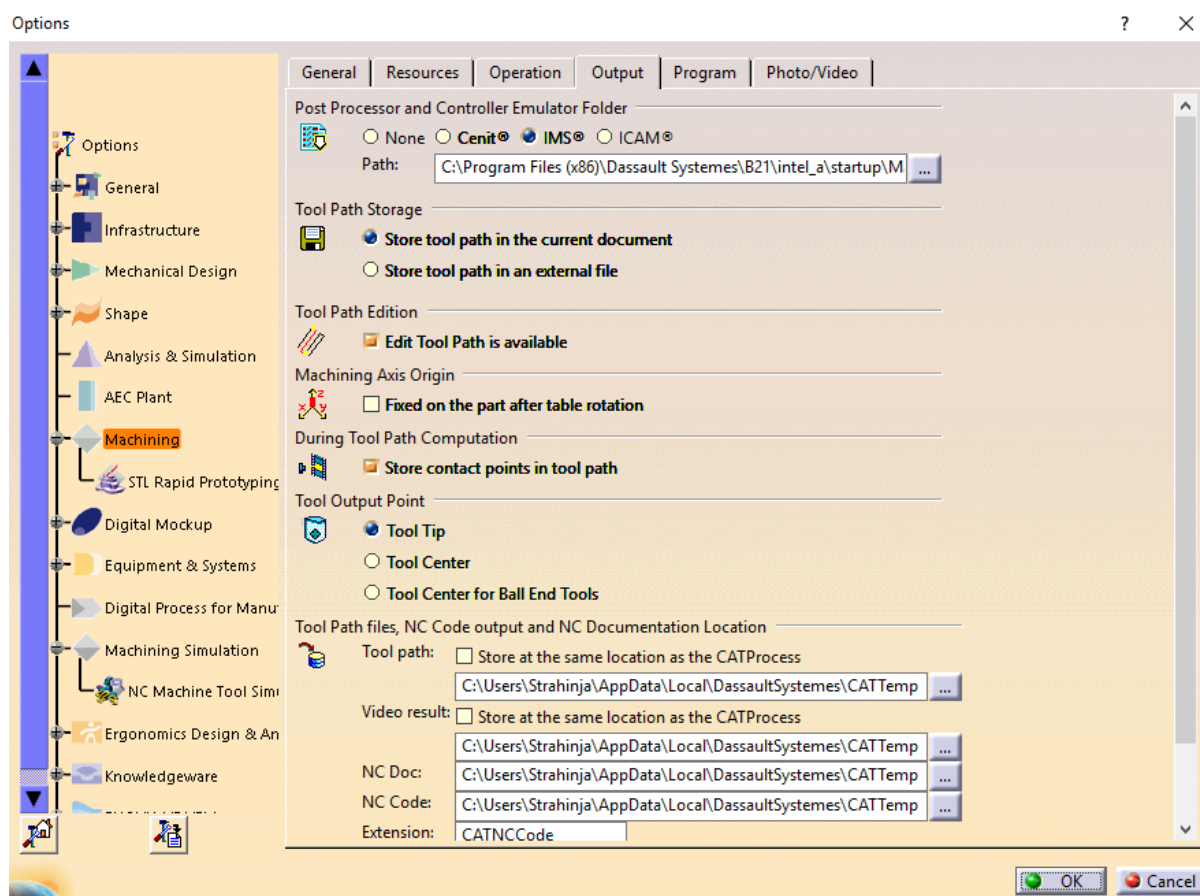
Controller Emulator: cardemo_fidia.ce;

Post Processor words table: PPTableSample.pptable;

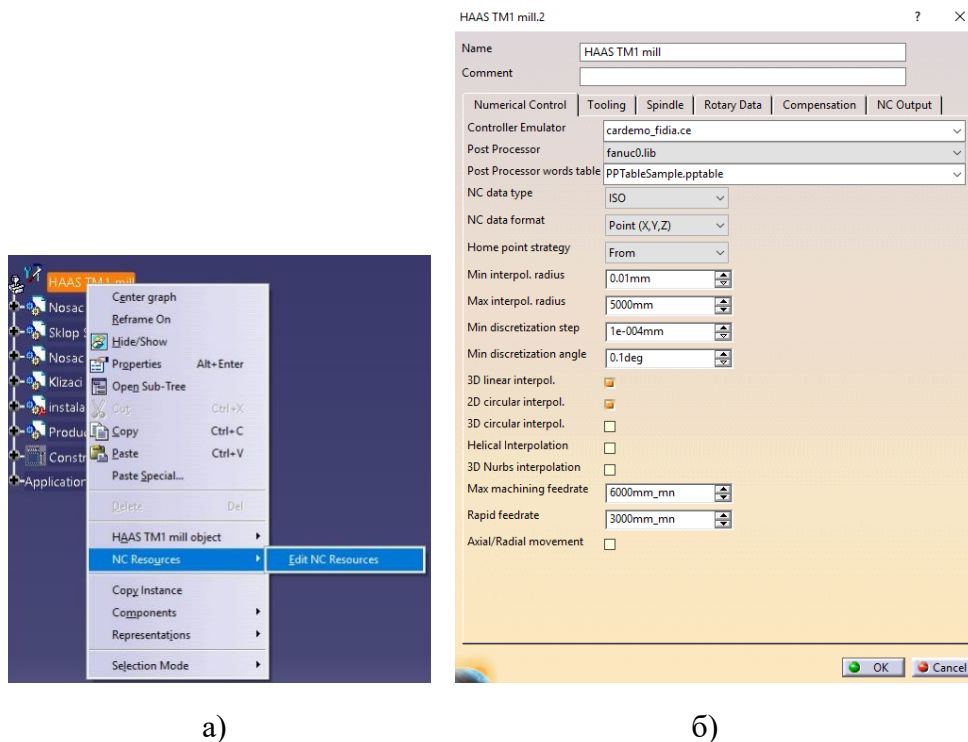
NC data type: ISO;

Max machining federate: 6000mm_mn;

Rapid federate: 3000mm_mn→**OK** (Сл. 29).



Слика 28.: Подешавање Post Processor-a

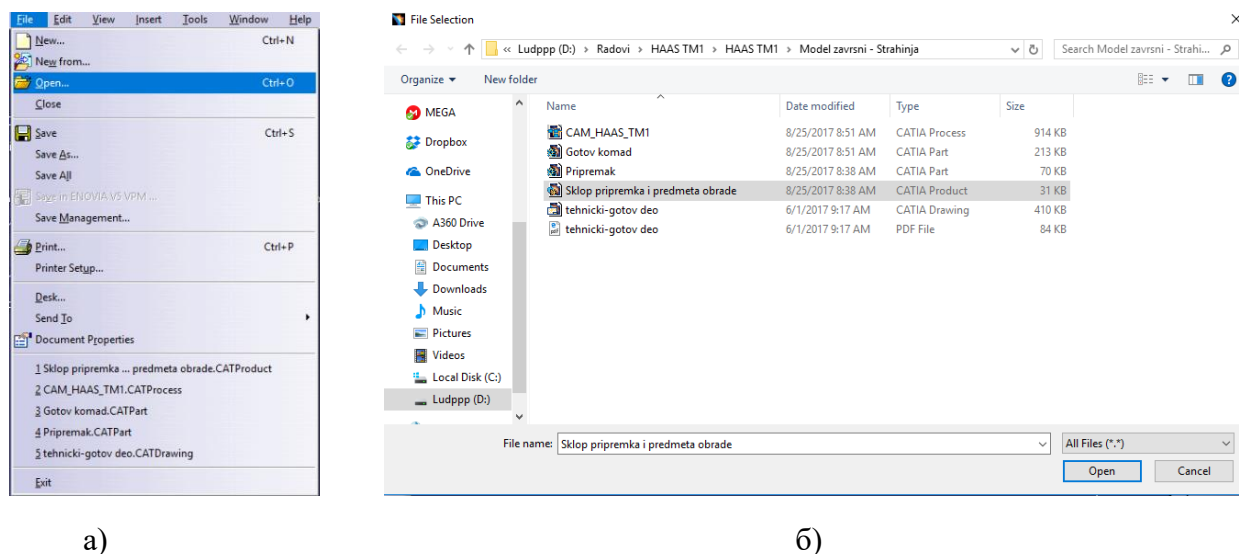


Слика 29: NC подешавања

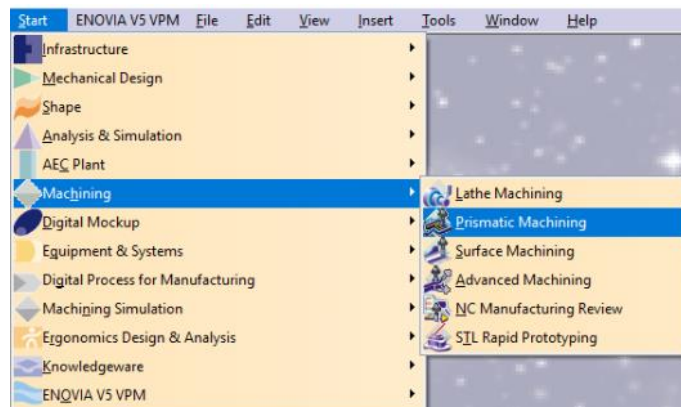
4.0 Поступак обраде метала резањем

Корак 1: Активација радног простора

1. Активирати падајући мени **File** → **Open** (Сл. 30 а);
2. Из радног директоријума изабрати **Sklop pripremkа i predmeta obrade** → **Open** (Сл. 30б);
3. Активирати **Start** → **Machining** → **Prismatic Machining** (Сл. 31).

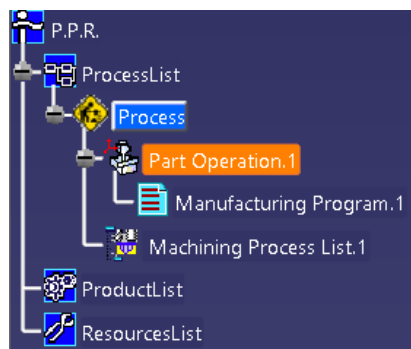


Слика 30.: Учитавање склопа припремка и предмета обраде

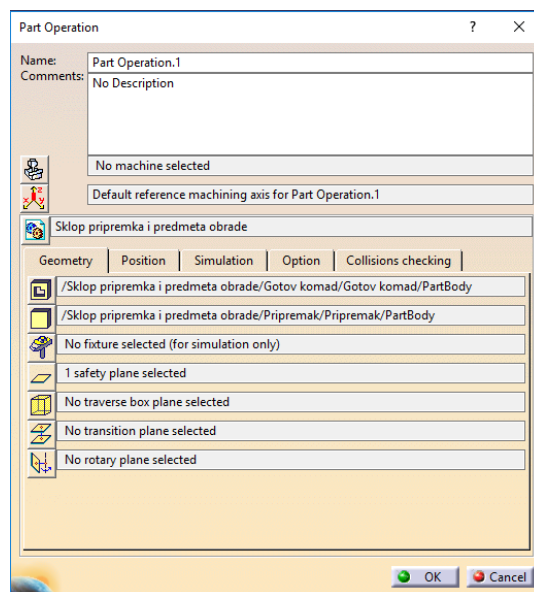
Слика 31.: Радно окружење *Prismatic Machining*

Корак 2: Подешавање машине, припремка, предмета обраде, координатног система

1. У Стаблу активирати **Part operation** (Сл. 32а);
2. У оквиру прозора **Part operation** (Сл. 32б) активацијом команде **Machine** 
 - **Assign machine from file selection**  → **HAAS TM1 MILL** → **Open** → **OK** учитава се машина;
3. Активирати команду **Design part for simulation**  → дупли клик на модел **Gotov komad**;
4. Активирати команду **Stock**  → дупли клик на модел **Pripremak**;
5. Активирати команду **Reference machining axis system**  → селектовати координатни почетак → селектовати централни отвор припремка са доње стране → **OK**;
6. Активирати команду **Safety Plane**  → селектовати горњу површину припремка (Сл. 33а) → десни клик на креирану раван → **Offset** → **100mm** (Сл. 33б) → **OK**.

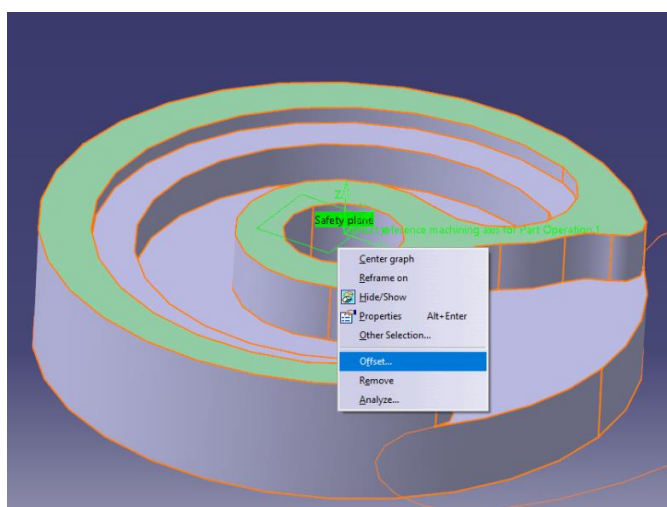


а)

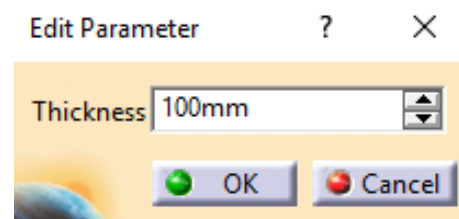


б)

Слика 32.: Подешавање машине, припремка, предмета обраде, координатног почетка



а)



б)

Слика 33.: Подешавање сигурносне равни

Корак 3.: Прва операција глодања

1. Активирати **Pocketing** (палета алата **Machining operations**)→ у стаблу селектовати **Manufacturing program**;
2. У оквиру прозора **Pocketing**→**Strategy Short Help** (Сл. 34а) подесити:

→ **Machining:**

Direction of cut: Climb;

Machining tolerance: 0.01mm;

→ **Radial** (Сл. 34б):

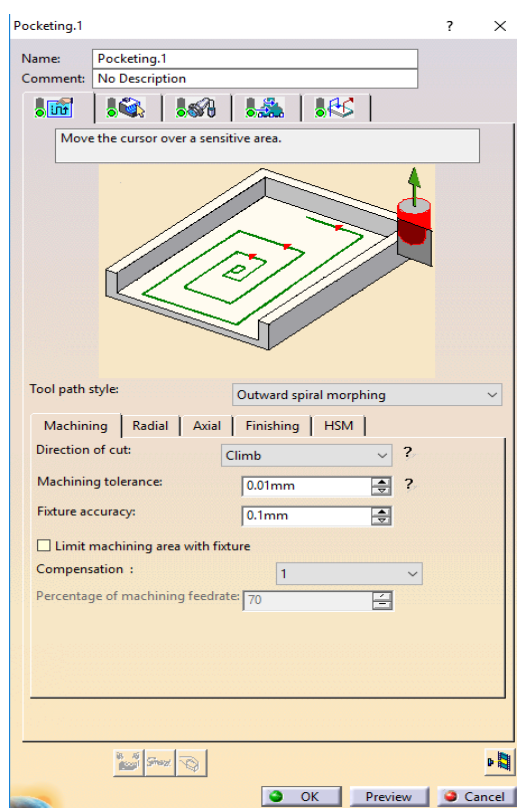
Mode: Tool diameter ratio;

Percentage of tool diameter: 50;

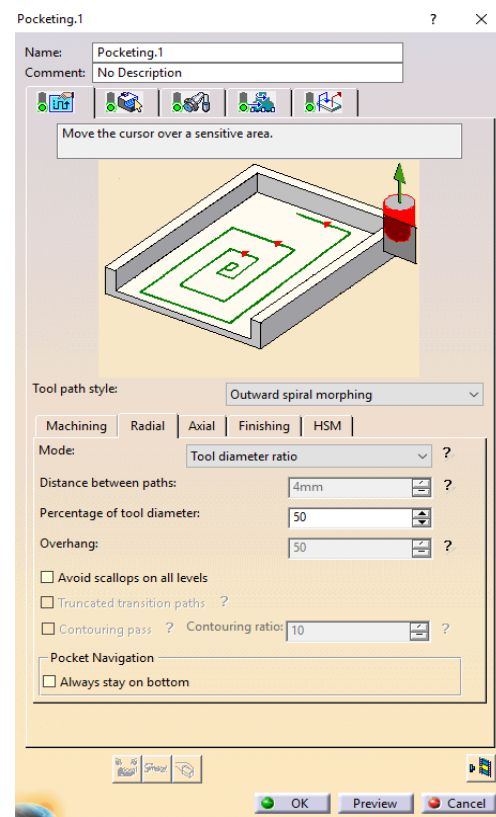
→ **Axial** (Сл. 34в):

Mode: Maximum depth of cut;

Maximum depth of cut: 0,5mm;

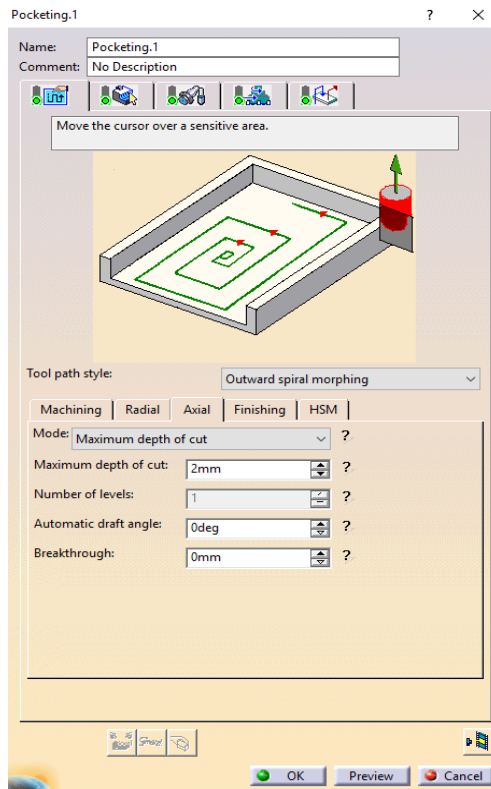


a)



б)

Слика 34.: Strategy Short Help



В)

Слика 34.:Strategy Short Help

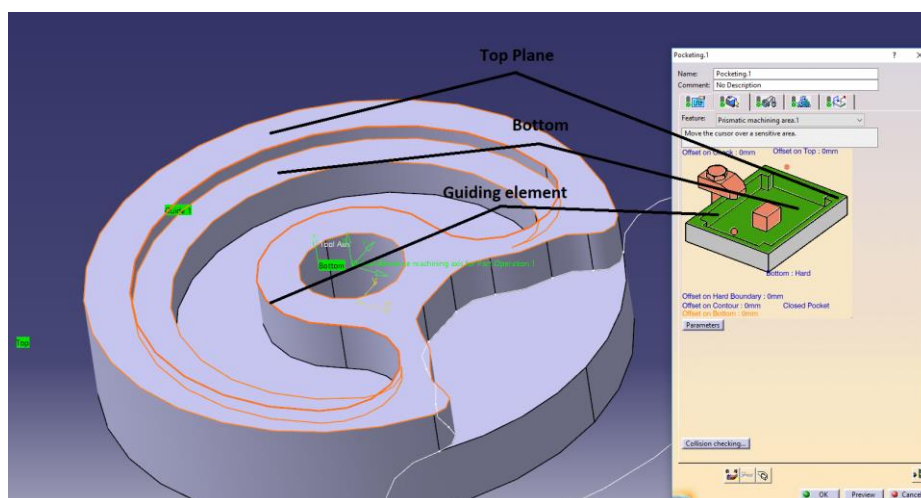
3. У оквиру картице  селектовати (Сл. 35):

Top Plane→ горња површина предмета обраде;

Bottom→ први следећи ниво до кога се врши глодање;

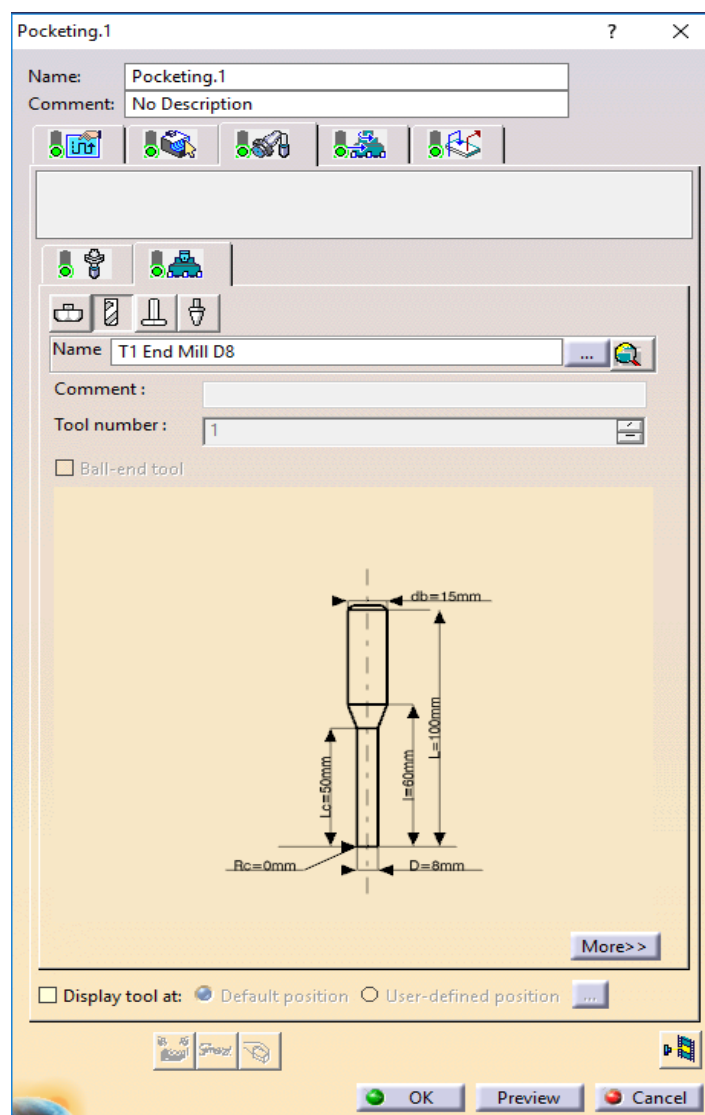
Guiding element→ контура површине глодања;

Bottom→ **Hard**→ **Closed Pocket**.



Слика 34.: Подешавање површина глодања

4. У оквиру картице  активирати **End Mill**  → подесити пречник глодала **D=8mm** (Сл. 35);



Слика 35.:Подешавање алата

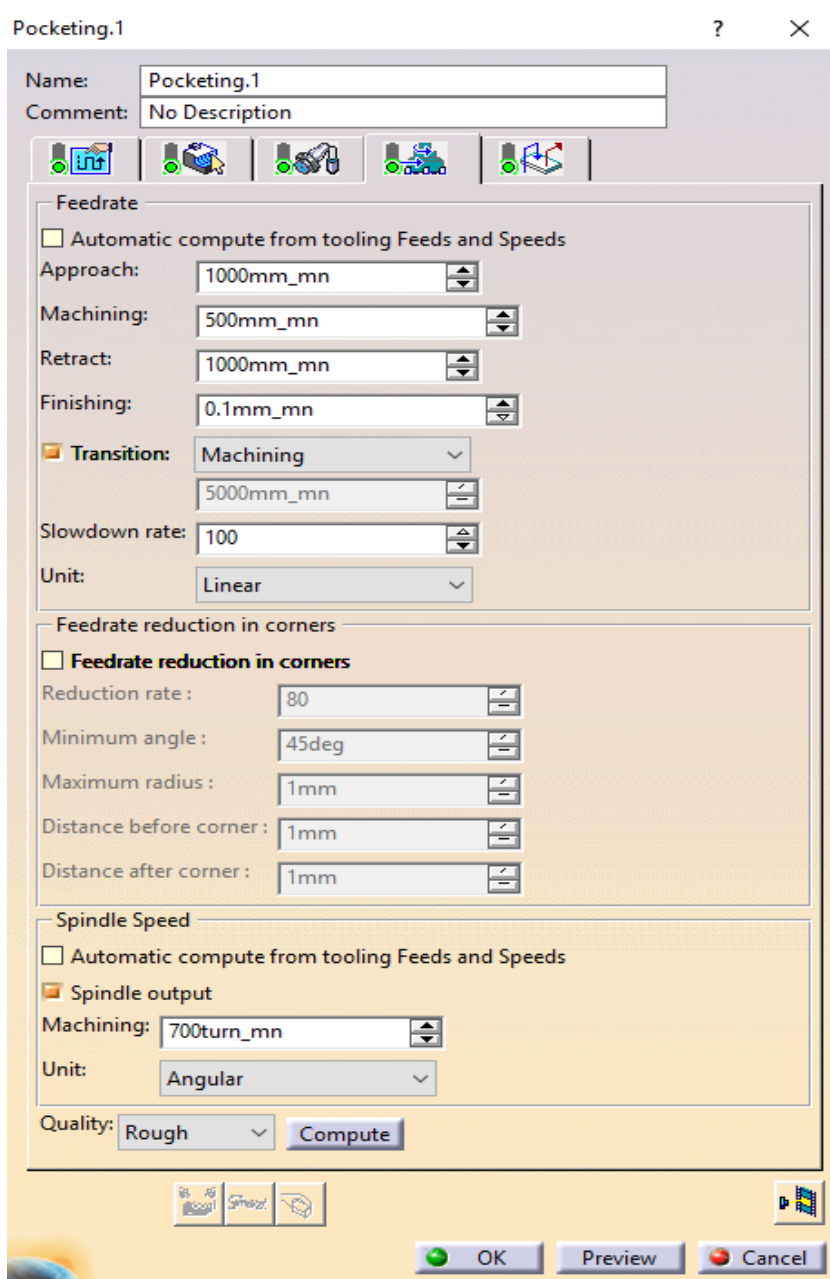
5. У оквиру картице  подесити (Сл. 36):

Approach: 1000 mm_mn;

Machining: 300 mm_mn;

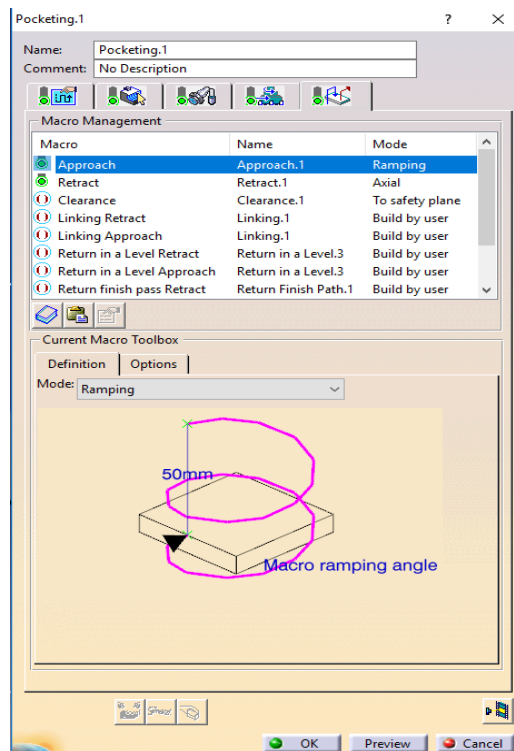
Retract: 1000 mm_mn;

Machining: 3000 turn_mn.



Слика 36.: Подешавање брзина

6. У оквиру картице  подесити (Сл. 37):
Mode: Ramping;
Vertical safety distance: 50 mm → **OK**.



Слика 37.: Прилаз алата

Корак 4: Друга операција глодања

1. Активирати **Pocketing**  (палета алата **Machining operations**)→ у стаблу селектовати **Pocketing.1**;

2. У оквиру прозора **Pocketing**→**Strategy Short Help**  (Сл. 38а) подесити:
→**Machining**:

Direction of cut: Climb;

Machining tolerance: 0.01 mm;

→**Radial** (Сл. 38б):

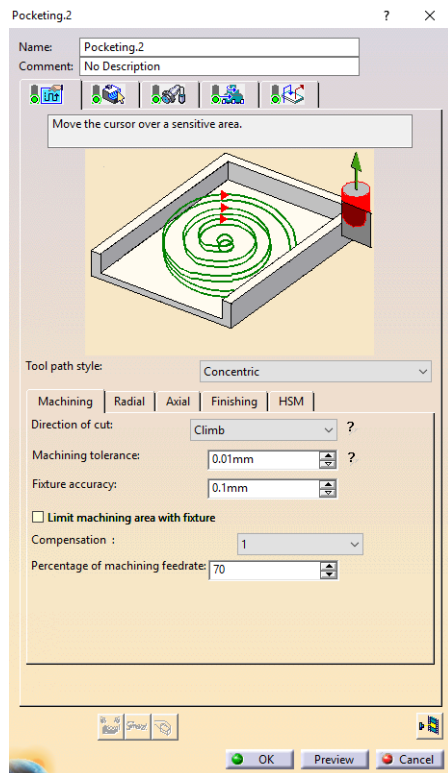
Mode: Tool diameter ratio;

Percentage of tool diameter: 50;

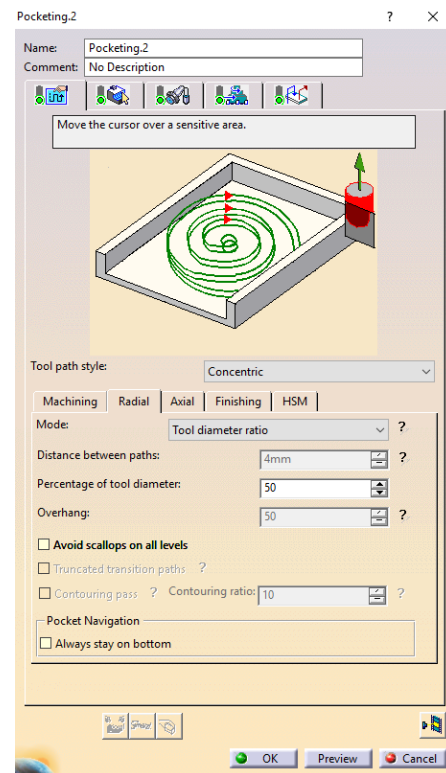
→**Axial** (Сл. 38в):

Mode: Maximum depth of cut;

Maximum depth of cut: 0,5 mm;

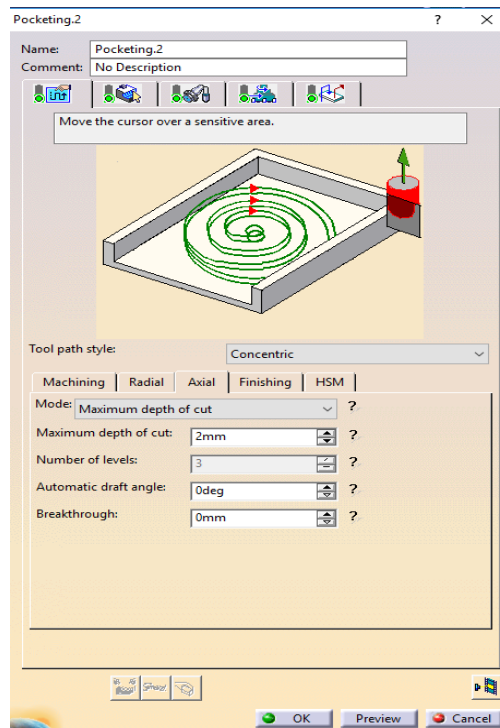


a)



б)

Слика 38.: Strategy Short Help



в)

Слика 38.: Strategy Short Help

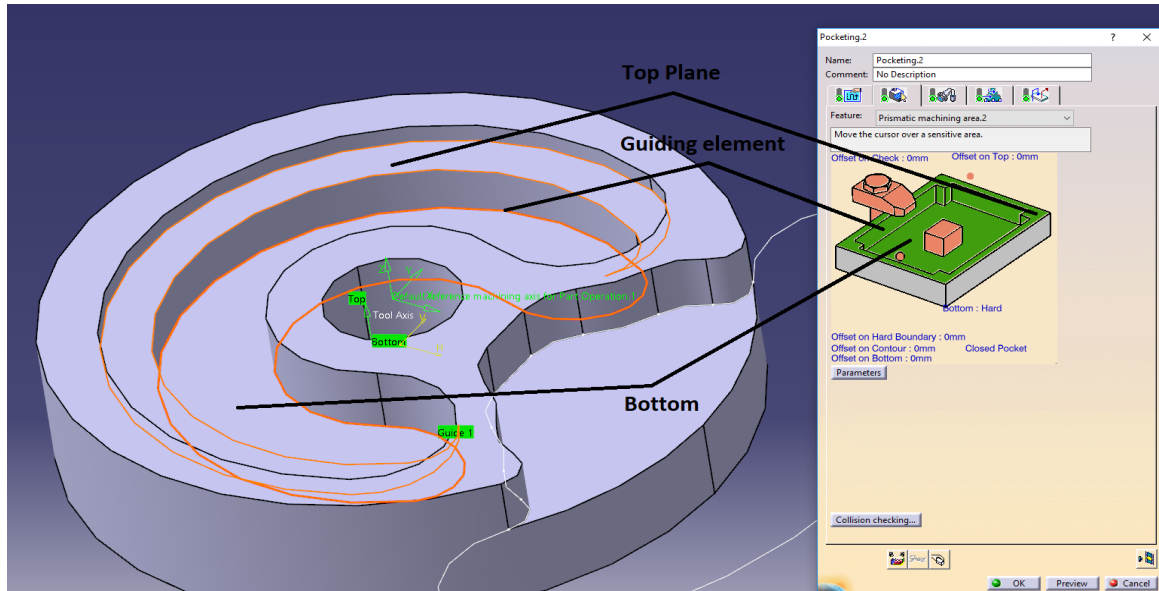
3. У оквиру картице  селектовати (сл. 39):

Top Plane→ горња површина предмета обраде;

Bottom→први следећи ниво до кога се врши глодање;

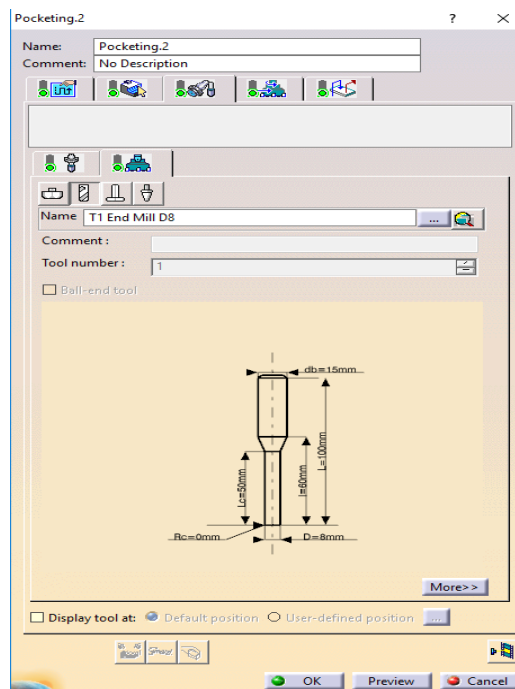
Guiding element→контура површине глодања;

Bottom→ **Hard**→ **Closed Pocket**;



Слика 39.: Подешавање површина глодања

4. У оквиру картице  задржати алат из претходне обраде (**End Mill**  →подесити пречник глодала **D=8mm**) (Сл. 40);



Слика 40.: Подешавање алата

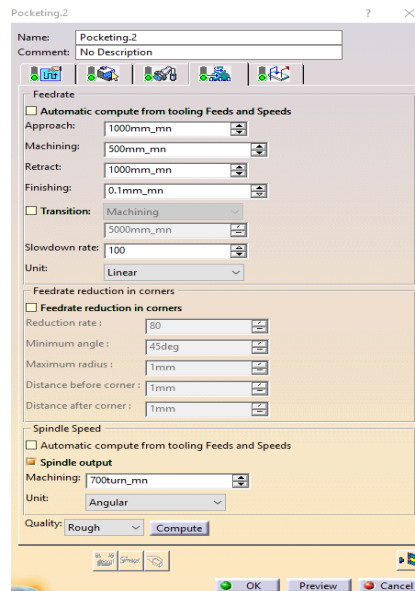
5. У оквиру картице  подесити (Сл. 41):

Approach: 1000 mm_mn;

Machining: 300 mm_mn;

Retract: 1000 mm_mn;

Machining: 3000 turn_mn;

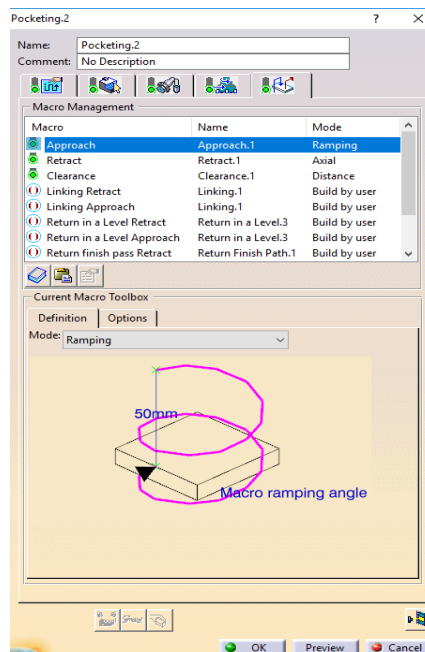


Слика 41.: Подешавање брзина

6. У оквиру картице  подесити (Сл. 42):

Mode: Ramping;

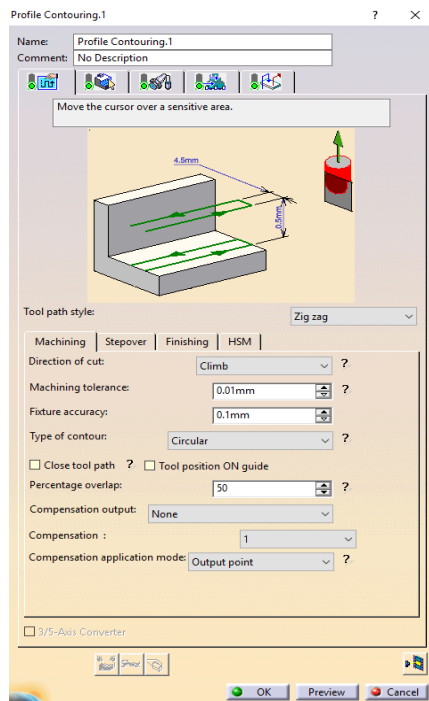
Vertical safety distance: 50 mm → OK;



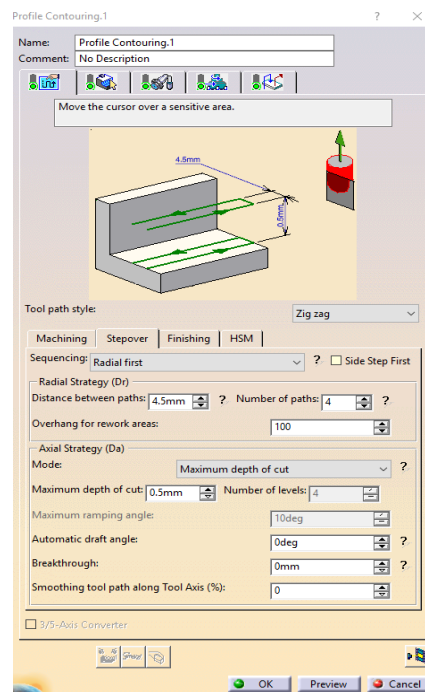
Слика 42.: Прилаз алата

Корак 5: Трећа операција глодања

1. Активирати **Profile Contouring**  (палета алата **Machining operations**)→у стаблу селектовати **Pocketing.2**;
2. У оквиру прозора **Profile Contouring** →**Strategy Short Help**  (Сл. 43а)
подесити:
→**Machining** (Сл. 43а):
Direction of cut: Climb;
Machining tolerance: 0.01 mm;
Percentage overlap: 50;
→**Stepover** (Сл. 43б):
Sequencing: Radial first;
Distance between paths: 4.5 mm;
Number of paths: 4;
Mode: Maximum depth of cut;
Maximum depth of cut: 0,5mm.



а)



б)

Слика 43.: Strategy Short Help

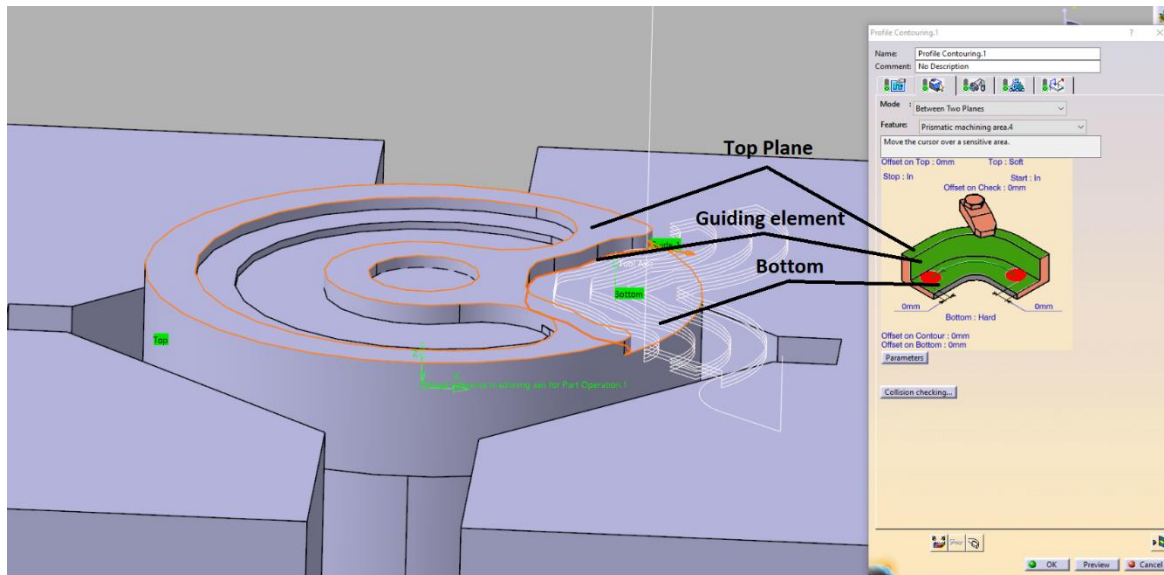
3. У оквиру картице  селектовати (Сл. 44):

Top Plane → горња површина предмета обраде;

Bottom → први следећи ниво до кога се врши глодање;

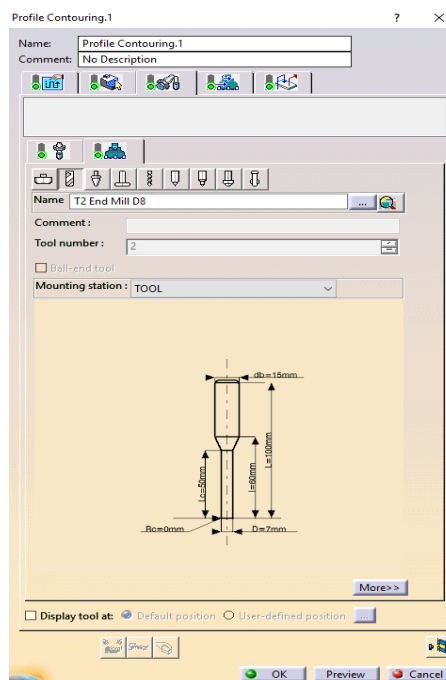
Guiding element → контура површине глодања;

Bottom → Hard;



Слика 44.: Подешавање површина глодања

4. У оквиру картице  задржати алат из претходне обраде (End Mill  → подесити пречник глодала $D=8\text{mm}$) (Сл. 40);



Слика 45.: Подешавање алата

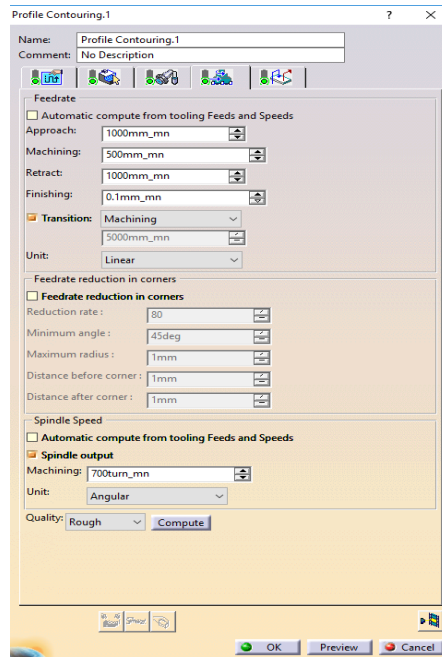
5. У оквиру картице  подесити (Сл. 41):

Approach: 1000 mm_mn;

Machining: 300 mm_mn;

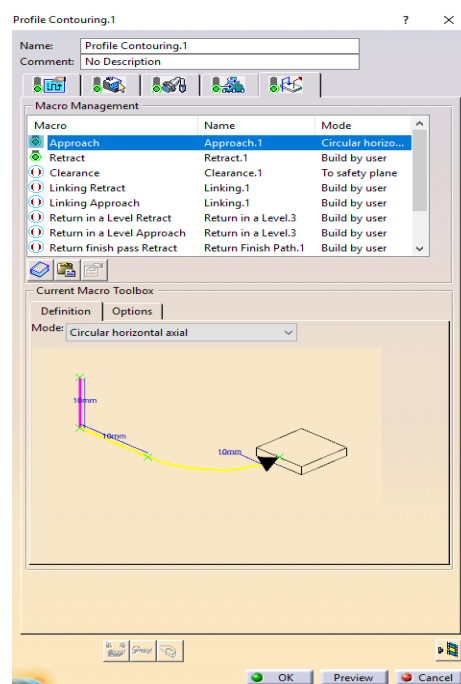
Retract: 1000 mm_mn;

Machining: 3000 turn_mn.



Слика 46.: Подешавање брзина

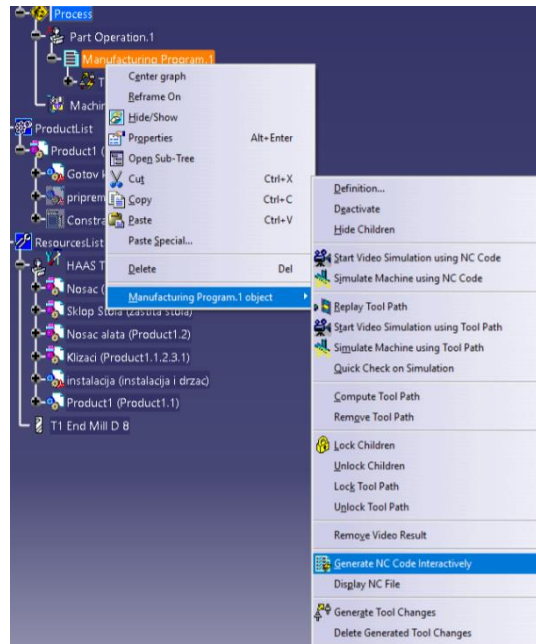
6. У оквиру картице  подесити (Сл. 47):
Mode: Circular horizontal axial → **OK**.



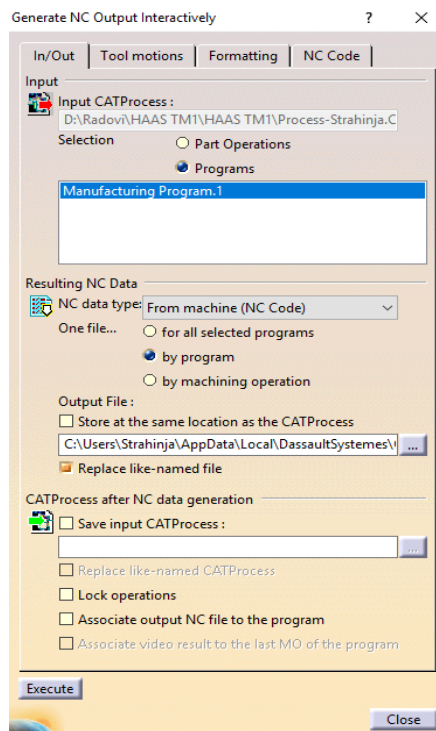
Слика 47.: Прилаз алата

Корак 6: Генерисање NC кода

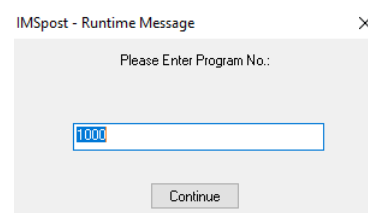
1. Десни клик на **Manufacturing Program** → **Manufacturing Program Object** → **Generate NC Code Interactively** (Сл. 48);
2. У одељку **Output File** прозора **Generate NC Output Interactively** изабрати место чувања NC кода (Сл. 49а);
3. Активирати → **Excute** → **Унети број програма** → **Continue** (Сл. 49б).



Слика 48.: Покретање прозора за генерисање NC кода



а)

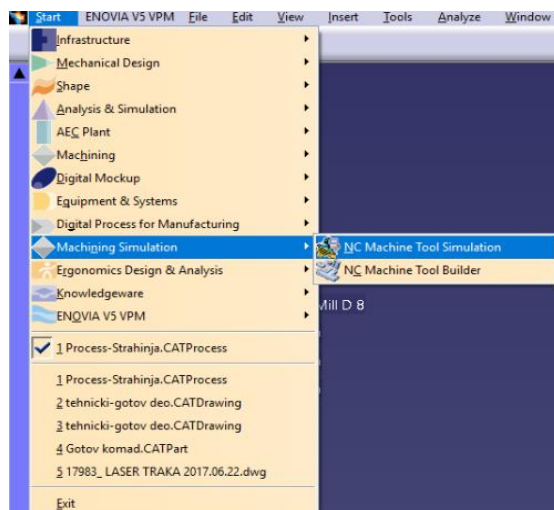


б)

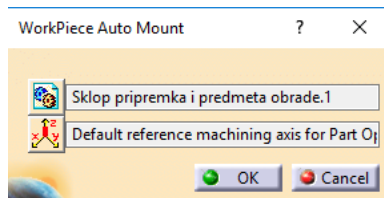
Слика 49.: Генерисање NC кода

5.0 Позиционирање припремка и покретање симулације

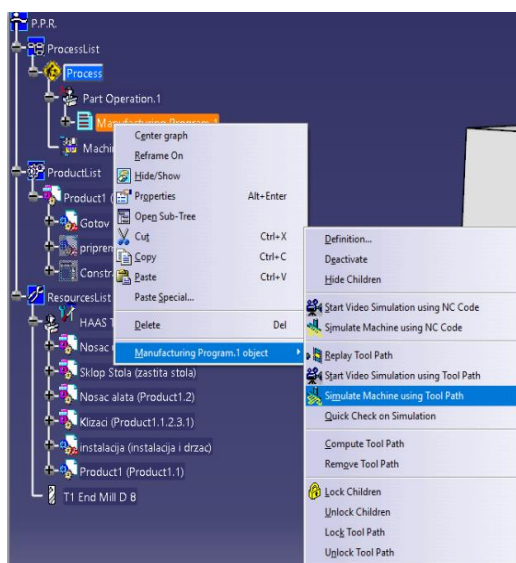
1. Активирати **Start**→ **Machining Simulation**→**NC Machine Tool Simulation** (Сл. 50);
2. Монтирати припремак кликом на **Workpiece Automatic Mount**  →**OK** (Сл. 51);
3. Десни клик на **Manufacturing Program**→**Manufacturing Program Object**→**Simulate Machine Using Tool Path**(Сл. 52a);
4. Активирати **Play** у оквиру прозора **Process Simulation** (Сл.52б).



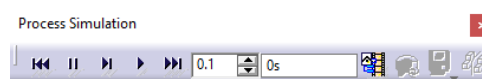
Слика 50.: Радно окружење NC Machine Tool Simulation



Слика 51.: Позиционирање припремка

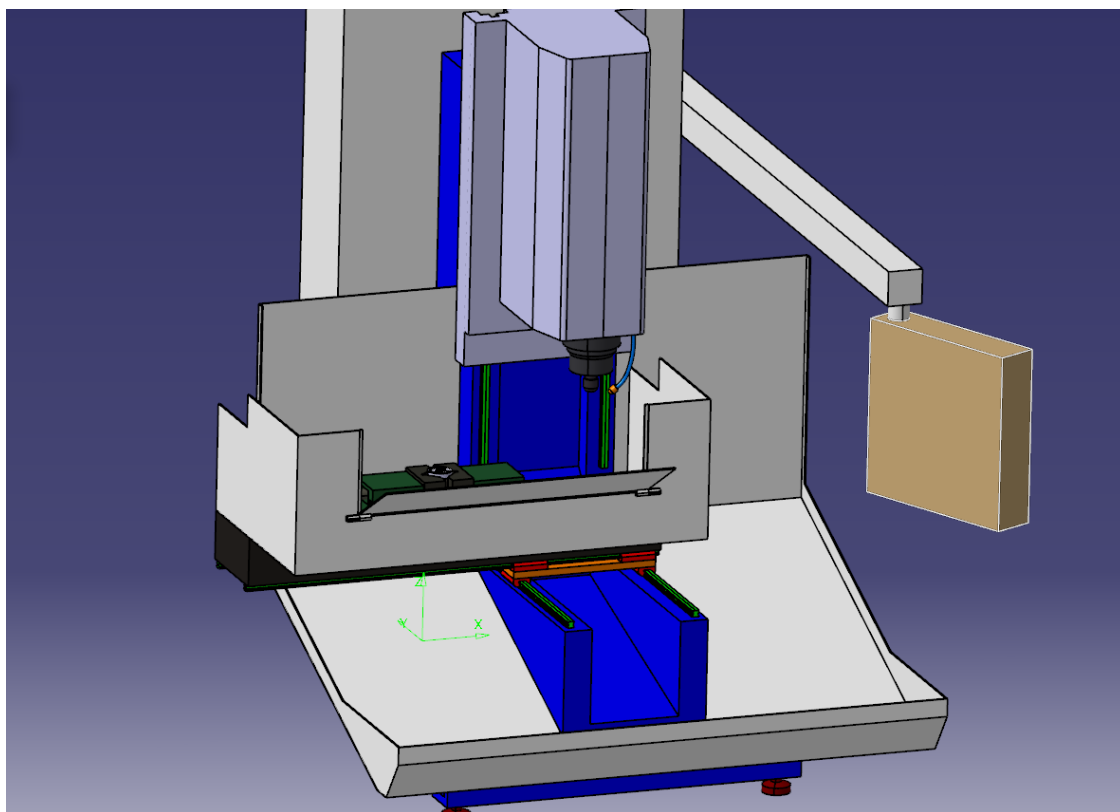


а)

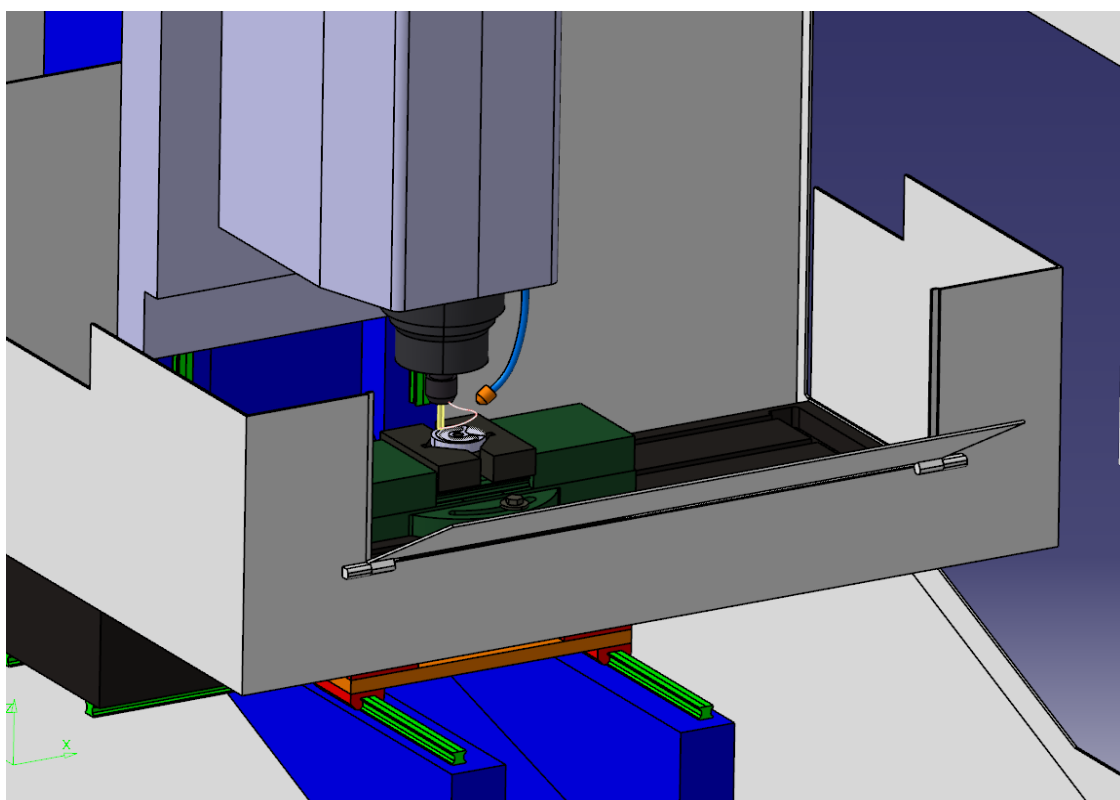


б)

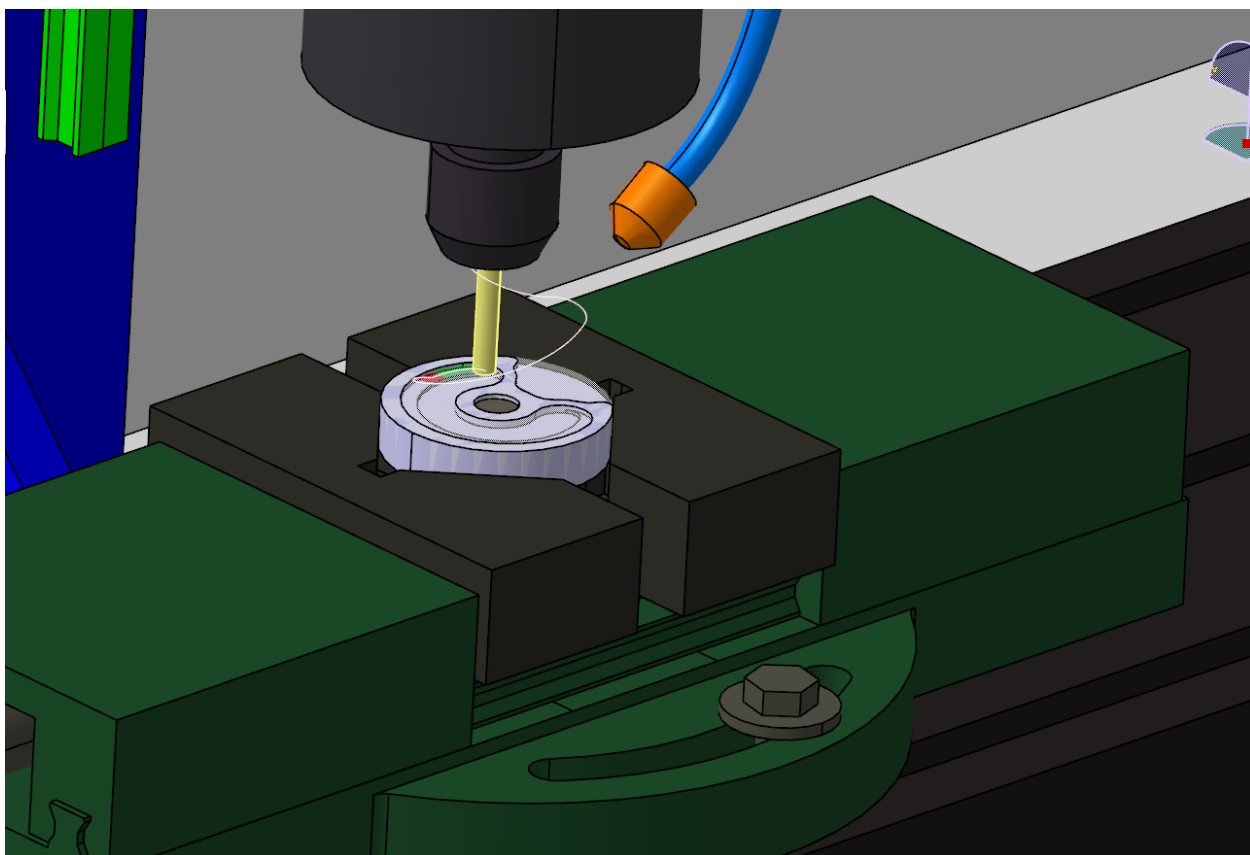
Слика 52.: Покретање симулације



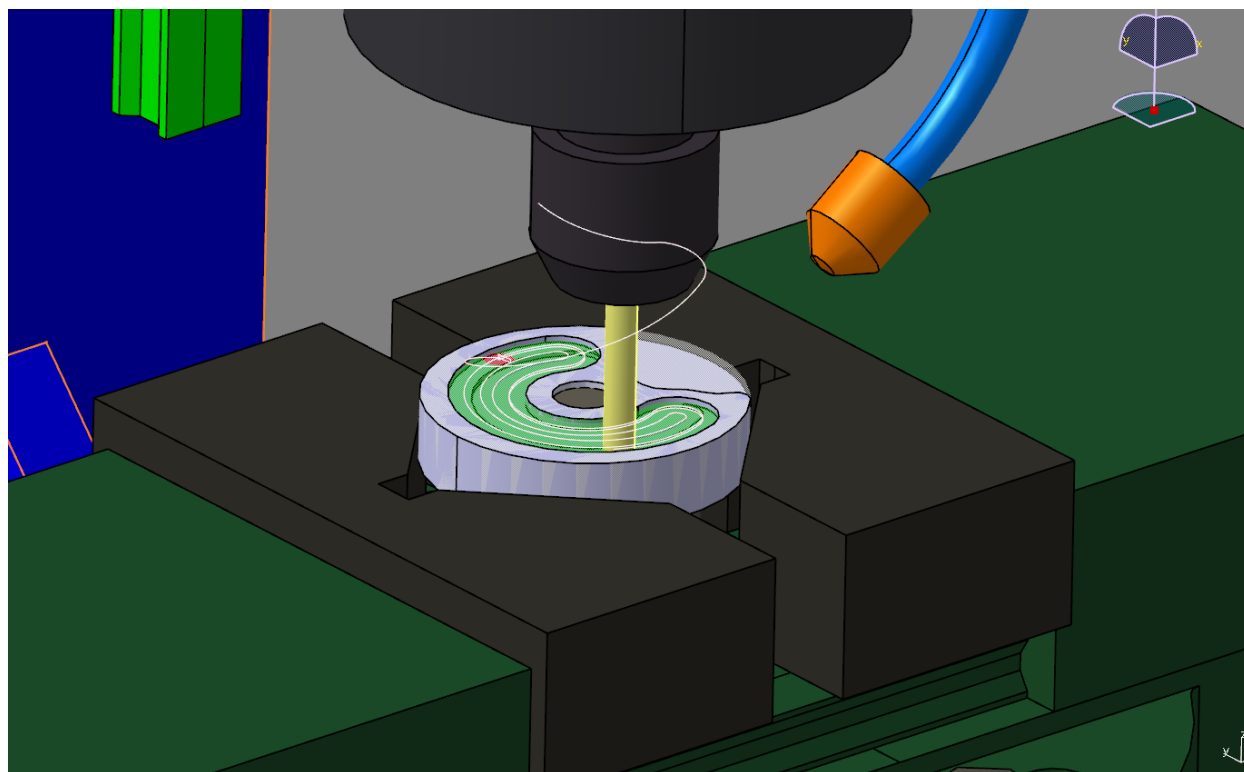
Слика 53.: Приказ дела симулације



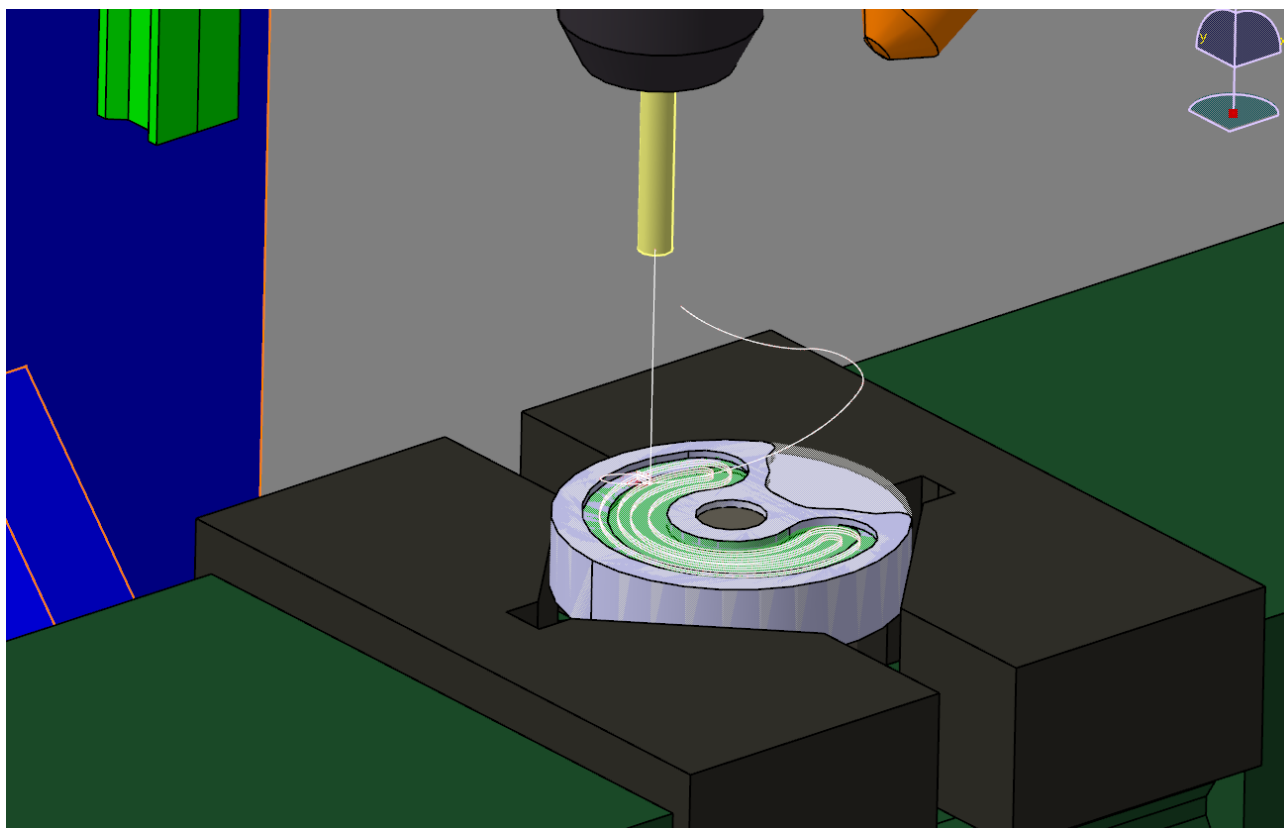
Слика 54.: Приказ прилаза алата прве операције глодања



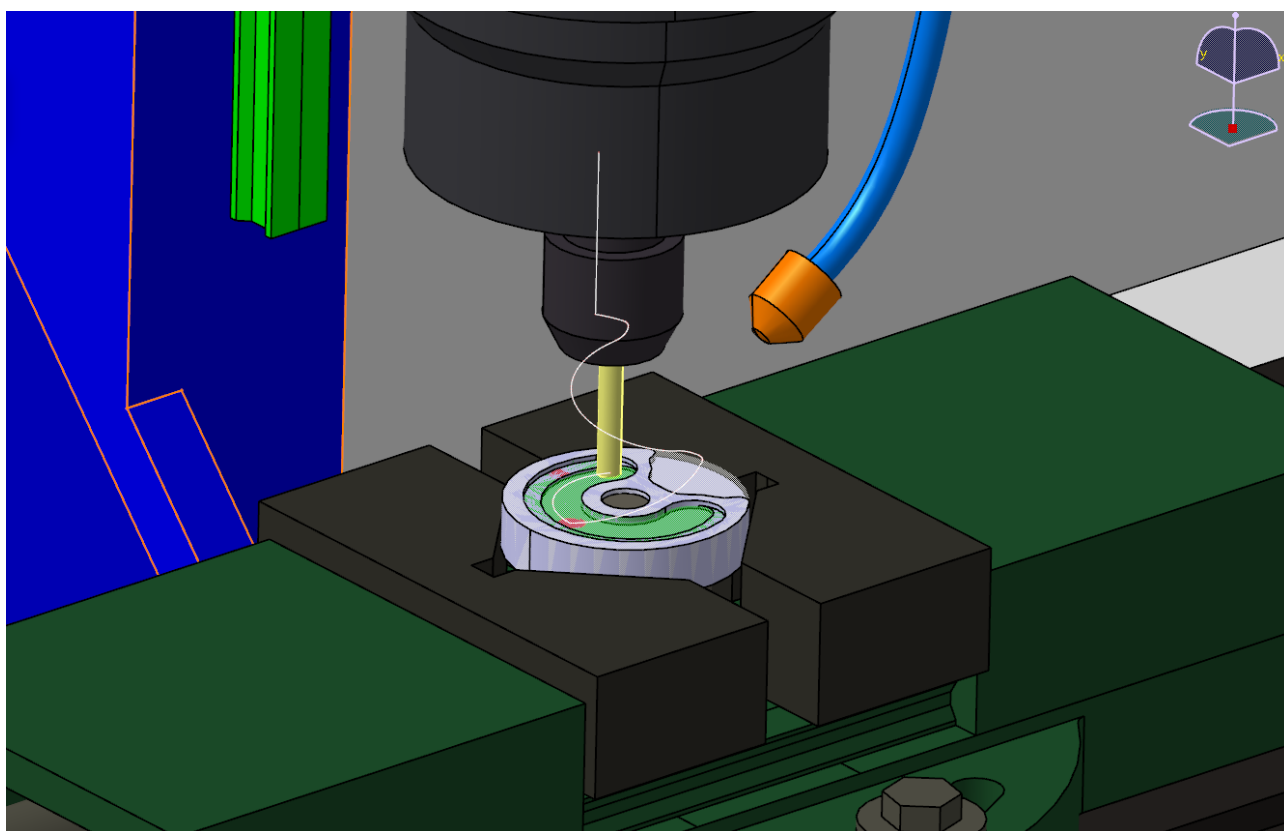
Слика 55.: Приказ путање улаза алата прве операције глодања



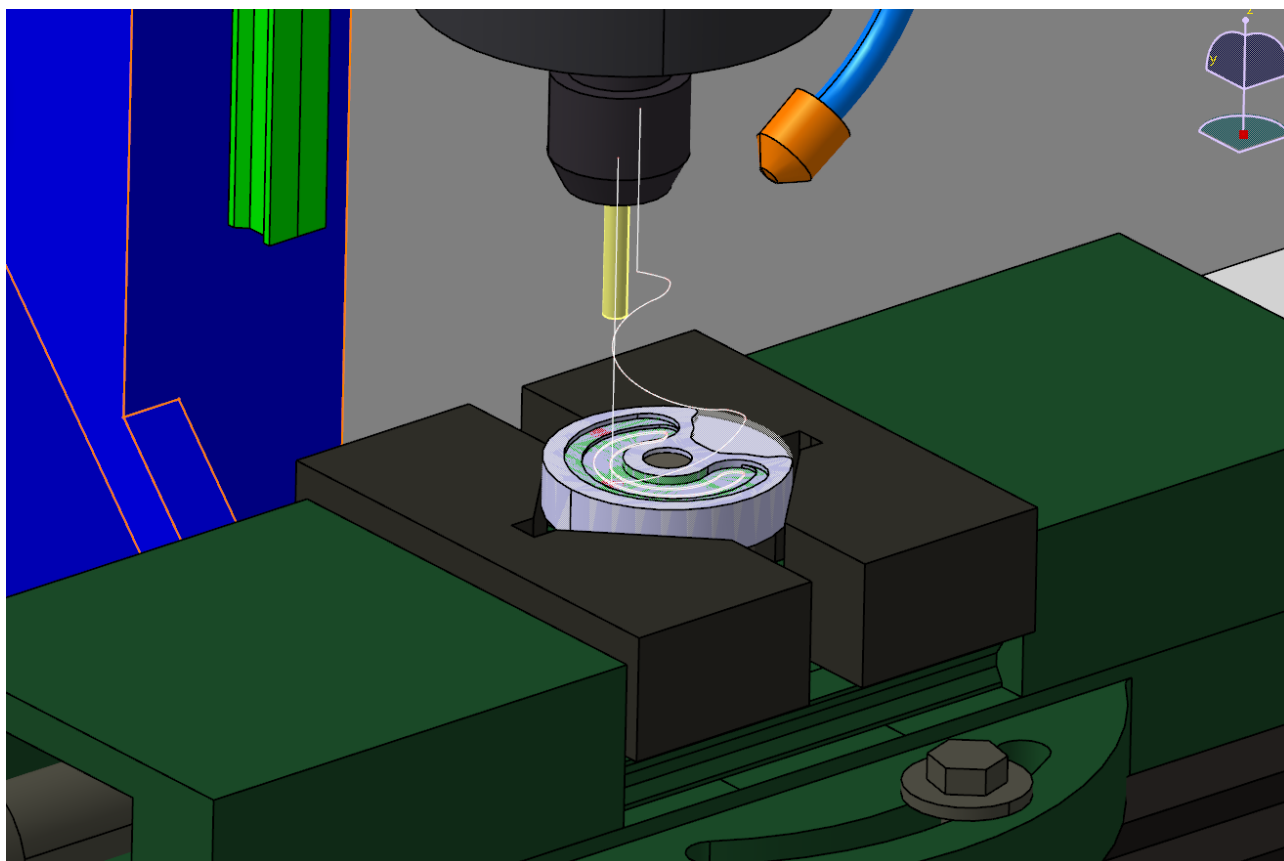
Слика 56.: Приказ путање алата прве операције глодања



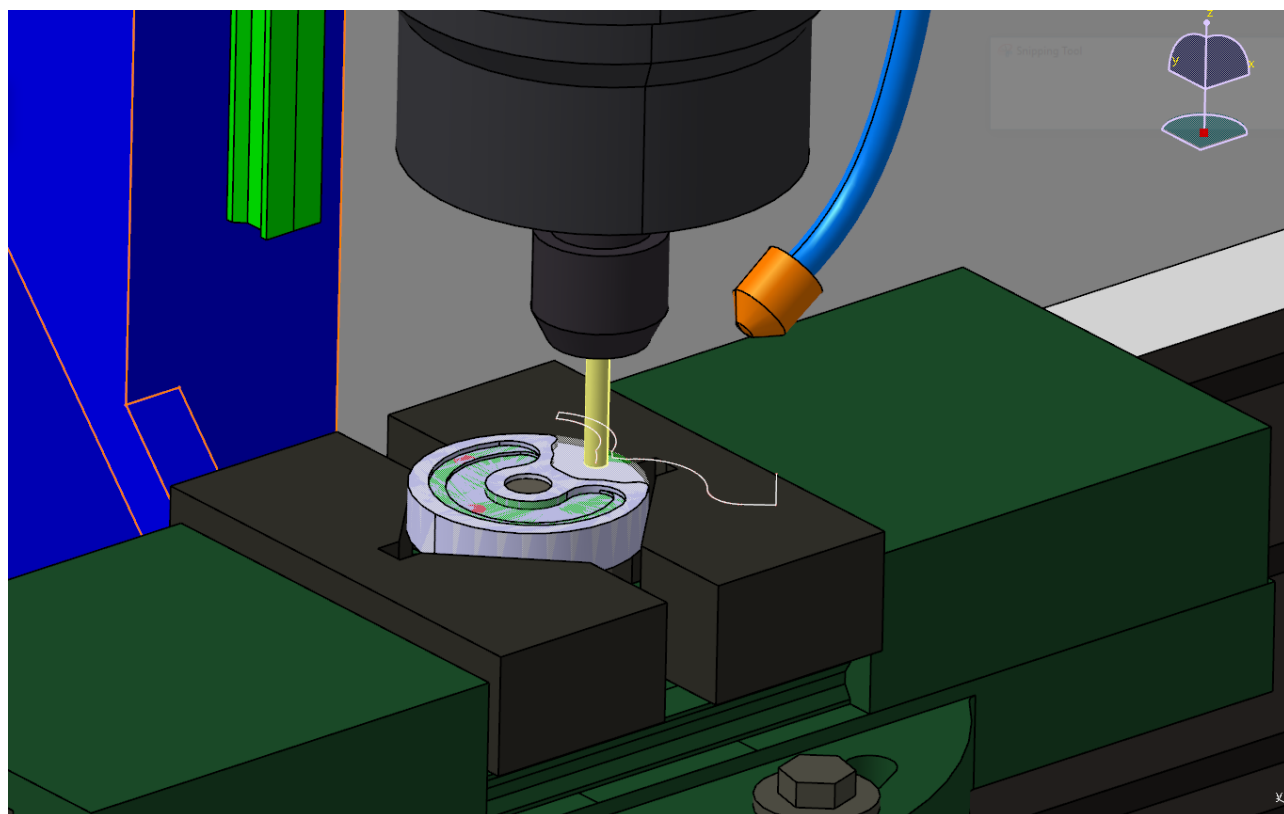
Слика 57.: Приказ излаза алата прве операције глодања



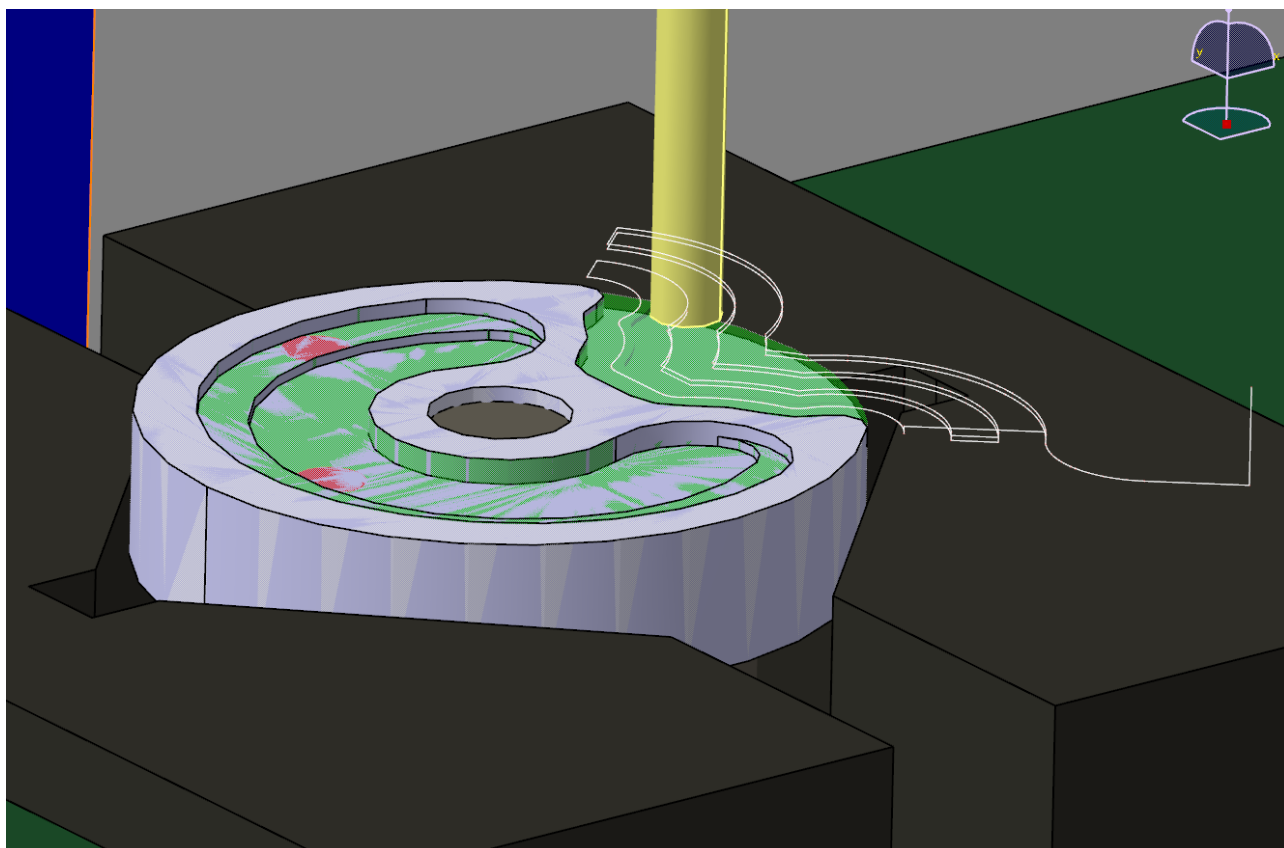
Слика 58.: Приказ прилаза алата друге операције глодања



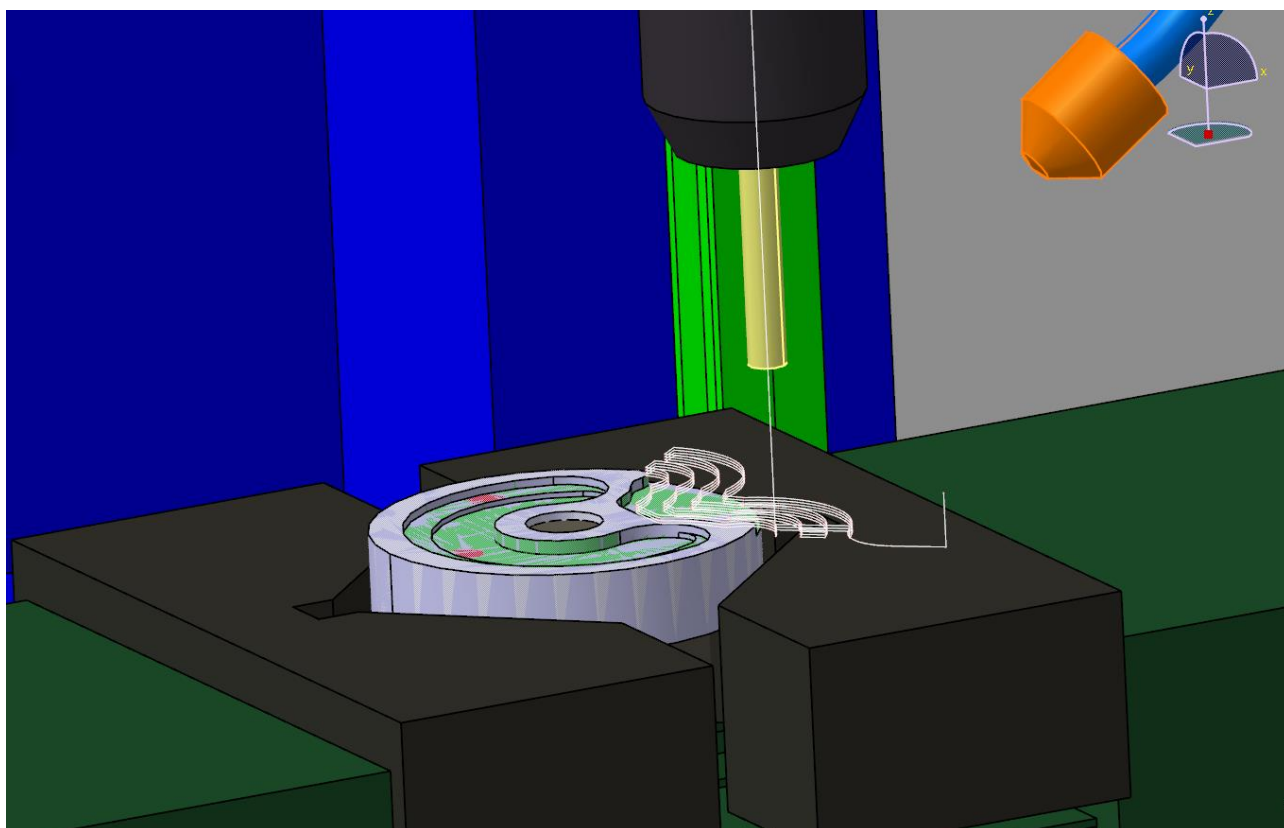
Слика 59.: Приказ излаза алата друге операције глодања



Слика 60.: Приказ прилаза алата треће операције глодања



Слика 61.: Приказ путање алата треће операције глодања



Слика 51.: Приказ излаза алата треће операције глодања

6.0 Дискусија процеса симулације

Машине у обради глодањем се према конструктивном решењу деле на: конзолне, безконзолне и глодалице специјалне намене. У зависности од система управљања разликују се: конвенционалне и програмске глодалице. Према положају вретена глодалице се деле на: вертикалне и хоризонталне, а према броју главног вретена на: једновретене и вишевретене. Код вертикалних глодалица положај радног вретена је вертикалан. Обезбеђују обраду равних површина, површина специјалног облика, зупчаника и сл [11].

У овом раду извршена је симулација троосне вертикалне глодалице. Кретање по X, Y и Z [9] оси дефинисано је призматичним зглобовима (тзв. линеарним вођицама) који омогућавају линеарно померање између два тела уз оптималну комбинацију носивости, крутости и прецизности. Према врсти додира разликују се клизне и котрљајне вођице. Код клизних вођица се убризгава танак филм уља како би се смањило трење. За овај тип вођица је карактеристично што захтевају високу тачност обраде и квалитет обрађених површина. Са друге стране, принцип рада котрљајних вођица заснива се на циркулисању котрљајних тела (нпр. куглице или ваљчићи) у за то предвиђеним каналима [9,10].

Сва мерења се врше од тзв. нулте тачке машине. Ова тачка је дефинисана од стране произвођача и представља непроменљиву референтну тачку односно координатни почетак за све остале координатне системе: стезног прибора, припремка, носача алата и резног алата [12].

При изради предмета могуће је користити више алата. Како не би дошло до грешке, појаве лома алата, оштећења предмета обраде, смањења тачности обраде неопходно је дефинисати тачку позиционирања алата на основу које се касније врши мерење дужине алата [4].

Поред позиционирања алата, на горе поменуте појаве утицај има и тачка базирања предмета обраде, односно дефинисање нулте тачке предмета обраде. Ово је једна од битних тачака за математичко описивање кретања алата у односу на предмет обраде. Предмет обраде је неопходно поставити у адекватан стезни прибор. Избор и пројектовање стезног прибора представља важан елемент обрадног система који се посматра као елемент динамичког сложеног система стезни прибор – машина – предмет обраде. Стезни прибор треба да буде пројектован на начин да обезбеди потребну функционалност, поузданост у раду, лакоћу опслуживања, безбедност рада и ниску цену. Површине на предмету обраде за центрирање, базирање и граничење треба да омогуће остваривање одређених кота, толеранција и квалитет обрађене површине уз могућност извођења процеса обраде. С обзиром на то да је задатак био приказати симулацију виртуелне машине при изради цилиндричног дела, стезање и базирање би требало извршити у призми [14].

Још један фактор који има за циљ да спречи појаву колизије је сигурносна раван. Она омогућава брже кретање алата ван зоне резања и стезања предмета обраде што директно утиче на брзину израде делова. Другим речима, алат се до безбедносне равни креће већом брзином а након тога брзином програмски дефинисаном која је мања од максималне [9, 12].

Према смеру међусобног кретања алата и предмета обраде разликују се два поступка обраде глодањем: истосмерно глодање и супротносмерно глодање. Код обраде супротномсмерним глодањем смерови главног и помоћног кретања се не поклапају, док код истосмерног то није

случај. Код супротносмерног глодања дебљина струготине се мења од нуле до максималне вредности [13]. Основни геометријски параметри обраде глодањем, поред дубине резања и ширине глодања су: угао контакта, угао захвата, ширини и дебљина резног слоја – струготине, тренутна, средња и максимална.

Алати у обради глодањем – глодала припадају групи вишесечних алата цилиндричног облика са резним елементима распоређеним по обиму или чеоној површини. Према конструкцији глодала могу бити: једноделна, вишеделна. Према начину постављања на машину: са коничном или цилиндричном дршком и са отвором – насадна глодала, а према врсти и облику: ваљкаста, чеона, катураста, вретанаста, тестераста, профилна, вретенаста за Т – жљебове, конична итд [13, 15].

Брзина резања у обради глодањем представља обимну брзину глодања, избор препоручене брзине резања се врши у функцији врсте материјала предмета обраде и алата, врсте глодања и слично, а најчешће у зависности корака по зубу, на бази података датих у литератури и проспектној документацији произвођача алата [13, 15].

7.0 Закључак

Виртуелна стварност постала је веома важан и користан алат у науци и инжењерству. Симулације обухватају широк спектар индустријских области од дизајна производа до анализе, израде прототипа итд. Основни циљеви остварени у овом раду могу се свести на развој концепта CNC управљања отворене архитектуре, за машине алатке специфичне конфигурације са интегрисаном виртуелном машином. Развој виртуелних окружења за програмирање и симулацију рада машина алатки су значајни за потребе верификације програма. Други аспект примене је обука и едукација за програмирање што је посебно значајно за образовне установе. На тај начин и без постојања физичких ресурса нових машина, могуће је остварити обуку за њихово програмирање, применом одговарајућих виртуелних машина.

Литература

1. Dubovska R., Jambor J., Majerik J., *Implementation of CAD/CAM system CATIA V5 in Simulation of CNC Machining Process*, Procedia Engineering, Vol. 69, pp. 638 – 645, 2014.
2. Devedžić G., *CAD/CAM tehnologije*, Mašinski fakultet, Kragujevac, Srbija, 2009.
3. Gomez C.A.S., Castiblanco L.E.G., Osorio J. M. A., *Building a virtual machine tool in a standard PLM platform*, International Journal on Interactive Design and Manufacturing, Vol. 11, pp. 445 – 455, 2017.
4. Iount G., Adria G., *Simulation Techniques in CAD-CAM Processing by Milling of Surfaces on NC Machine-Tools*, In: Advances in Production, Automation and Transportation System, Vol. 1, pp 135 – 140, Brasov, Romania, 2013.
5. Živanović S., Glavonjić M., Dimić Z., *Konfigurisanje virtuelne mašine troosne glodalice sa paralelnom kinematikom za simulaciju i verifikaciju upravljanja i programiranja*, Infoteh – Jahorina, Vol. 11, 464 – 469, March 2012.
6. Mandić V., *Virtuelni inženjering*, Mašinski fakultet, Kragujevac, Srbija, 2007.
7. Dassault Systems, www.3ds.com
8. Hoffmann M., Hack O., Eickenberg S.: “CAD/CAM mit CATIA V5 – NC-Programmierung, Postprocessing, Simulation“, Carl Hanser, 2005. ISBN: 3-446-22959-0.
9. Zeid I.: “Mastering CAD/CAM”, McGraw Hill, New York, NY, USA, 2005.
10. Zahar S., *Mašine alatke 1*, Jugoslovensko društvo za tribologiju, Kragujevac, 1993.
11. Zahar S., *Mašine alatke 2*, Jugoslovensko društvo za tribologiju, Kragujevac, 1997.
12. Smid P.: “CNC Programming Handbook”, Industrial Press, Inc., 2002.
13. Lazić M., *Tehnologija obrade metala rezanjem*, Mašinski fakultet, Kragujevac, Srbija, 2002.
14. Tadić B., *Alati i pribori, skripta*, Mašinski fakultet, Kragujevac, Srbija, 2008.
15. Nedić B., Lazić M., *Proizvodne tehnologije Obrada metala rezanjem*, Mašinski fakultet, Kragujevac, Srbija, 2007.